RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 6 maggio 1923.

Presidenza V. VOLTERRA

COMMEMORAZIONE DI LUIGI PASTEUR

Il Presidente VOLTERRA apre la seduta colle parole seguenti:

Ringrazio vivamente: S. E. l'Ambasciatore francese, S. E. il Ministro dell'Istruzione, i rappresentanti del Senato e della Camera, il Rettore dell'Università, e quanti hanno accettato l'invito di partecipare a questa cerimonia, nonchè i Membri tutti delle due Classi della nostra Accademia che sono oggi quì intervenuti.

A questo proposito mi pregio far noto che si trova fra noi l'illustre Socio straniero prof. DE LA VALLÉE POUSSIN.

Aggiungo che le LL. EE. senatore TITTONI e on. LUPI si sono scusate per la loro assenza dovuta a precedenti impegni.

Esprimo poi i sentimenti della più viva riconoscenza ai Soci Fano, Bottazzi e Marchiafava che hanno accolto l'invito loro espresso dall'Accademia di parlarci dello scienziato illustre alla cui memoria, da tutti venerata, è rivolto in questi giorni in ogni parte del mondo il pensiero degli uomini di scienza e di cuore.

Il prof. Fano parlerà dell'uomo che egli conobbe ed amò, della sua figura e della posizione da lui conquistata nel mondo intellettuale. Il prof. Bottazzi esporrà l'insieme delle sue mirabili ricerche nel campo della fisica, della chimica e della biologia, ed il prof. Marchiafava dirà di quelle celebri scoperte e di quelle applicazioni alla medicina che han data al Pasteur fama universale e che lo han fatto proclamare uno dei più grandi benefattori dell'umanità.

La nostra Accademia che, fin dall'inizio della sua costituzione, annoverava fra i suoi il grande Italiano instauratore della scienza sperimentale, si onorò di avere fra i Soci il grande scienziato Francese, il quale, con un seguito ininterrotto di esperienze fra loro tutte collegate e logicamente connesse e che si susseguivano quasi fatalmente le une alle altre, partiva dalle dissimetrie molecolari e attraverso alle ricerche sulle fermentazioni, giungeva allo studio delle malattie virulente ed al loro mezzo razionale di cura, mostrando così, forse meglio di ogni altro, la virtù del metodo Galileiano.

Come Galileo, così Pasteur ebbe a lottare contro avversarî ciechi e ostinati i quali avevano più fede nei loro preconcetti che nelle luminose verità rivelate dall'esperienza e dall'osservazione.

Come Galileo, così Pasteur, ambedue questi grandi Lincei, seppero cimentar la natura e, provando e riprovando con pazienza e con fede, riuscirono a strapparle portentosi segreti. Se uno aprì agli occhi attoniti degli uomini le vie infinite dei cieli, l'altro, tre secoli dopo, svelò il mondo altrettanto meraviglioso di quegli esseri che vivono e si agitano nell'infinitamente piccolo. Mondo infaticabilmente apportatore di bene e di mali terribili che, conosciuto, può volta a volta piegarsi a nostro profitto o vittoriosamente combattersi.

L'Accademia, che si onorò del Pasteur in vita, oggi, nel centenario della sua nascita, sente il dovere di onorarne solennemente la memoria.

Discorso del Socio prof. GIULIO FANO

La vita di Luigi Pasteur è insuperabile esempio di quanto valga l'azione costante inspirata dai più alti ideali quali sono la ricerca del vero ed il culto del bene. Questi furono i sentimenti che animarono quasi esclusivamente la sua operosità di asceta infaticabile in una esaltazione della volontà come potenza edificatrice.

Chi lo ha conosciuto già innanzi negli anni e pur sempre fervidamente laborioso deve chiedersi come da quell'organismo sia uscita tale e tanta somma di opere, una così feconda ricchezza di idee animatrici e di artifici poderosi contro gli agenti che insidiano la vita umana ed i frutti della sua attività. Mi par di vederlo ancora, piccolo, magro, il volto solcato da rughe profonde, la bocca alquanto assimetrica, il capo inclinato coperto da una berretta nera, le esili spalle protette da una corta mantellina. Camminava su e giù per la sua stanza facendo tintinnare un mazzo di chiavi con la mano destra nella tasca dei calzoni, trascinando la gamba sinistra, il braccio dallo stesso lato alquanto contratto, residui dell'emiplegia che lo aveva colpito a soli 46 anni. Ma in quella figura ormai stanca e senile risplendeva sempre giovanilmente lo sguardo vivace e dolce che intimidiva e attraeva, quello sguardo che, come disse il suo Maestro Biot, « éclaire tout ce qu'il touche », e che rispecchiava una volontà inflessibile. Era questa veramente la sua qualità più manifesta, la capacità sovrana che eleva l'uomo ad altezze incommensurabili sugli altri viventi, che ne ha fatto una potenza geologica trasformatrice della terra, che ha assoggettato ai suoi fini tante forze naturali, che coi simboli verbali e scritti ha trasmesso i suoi risultati materiali e ideali al di là dello spazio e del tempo e che lo spinge sempre più avanti verso l'ignoto alla ricerca di nuovi veri e di nuovi poteri, questa volontà umana, ardita e cauta, infiammata dall'entusiasmo e consapevole dei confini fissati alle sue indagini, assetata di sapere e rassegnata all'inconoscibile.

In Pasteur l'intendimento di strappare alla natura alcuni dei suoi misteri era quasi sempre associata al desiderio di compiere un'opera di bontà. Con animo di missionario egli visse fra i germi delle più terribili infezioni, il carbonchio o la rabbia, incurante dei pericoli pur di soggiogare le cause dei morbi. Chi lo vedeva raccogliere con una pipetta la bava schiumosa dalla bocca di un cane nei parossismi convulsivi della rabbia, a pochi centimetri da quelle fauci che potevano infliggere una morte inesorabile e terribile, doveva paragonarlo a quei modesti eroi che nei leprosari orientali si abbandonano al destino che può essere implacabile pur di offrire conforto ed aiuto ai più miserabili esempi delle sofferenze umane.

Nessuna delle sue scoperte è dovuta al caso. Come egli stesso amava di affermare : « Dans le champ de l'observation le hasard ne favorise que les esprits

préparés ». E infatti tutti i suoi lavori si succedono come la naturale conseguenza gli uni degli altri, come la realizzazione di quelle capacità intuitive per le quali l'uomo si sublima. Così egli passa dalla dissemetria molecolare dei prodotti organici naturali allo studio delle fermentazioni e da queste alla lotta contro gli eterogenisti sostenitori della generazione spontanea, che già gli spiriti perspicaci di Redi e di Spallanzani avevano negato. Dalle indagini sulla genesi dei più umili rappresentanti della vita, egli volge la sua attenzione alle cause dei morbi infettivi e dalla scoperta di questi alla ricerca dei mezzi per neutralizzarne l'azione morbigena, utilizzando la loro plastica adattabilità ad ambienti diversi per trasformare i peggiori nemici dell'uomo in strumenti di difesa immunizzatrice. Tutti questi lavori, amo ripeterlo, si svolgono gli uni dagli altri in una armonia di rapporti che rivelano in Pasteur la cauta profondità del pensatore e l'audacia intuitiva del logico inesorabile, che però sottopone sempre le sue previsioni al riscontro dell'esperimento. Di questa sua dote di scorgere di lontano le conseguenze remote delle sue indagini valga un esempio.

Quando le sue ricerche sulla così detta generazione spontanea lo condussero ad affermare che i pulviscoli sospesi nell'aria sono l'origine esclusiva, la condizione prima e necessaria della vita nelle infusioni, comprese immediatamente a quali altri argomenti avrebbe poi dovuto dedicare la sua attenzione, e rivelò questa sua geniale intuizione dicendo : « Ce qu'il y aurait de plus désirable serait de conduire assez loin ces études pour préparer la voie à une recherche sérieuse de l'origine de diverses maladies ».

L'ardore delle sue credenze ha trattenuto il suo pensiero filosofico in un campo più dogmatico che critico. Ciò gli veniva osservato con sottile ironia da Renan nel discorso di ricevimento alla Accademia francese : « Vous assisterez avec quelque intérêt aux peines que se donne notre philosophie critique pour faire la part de l'erreur, en se défiant de ses procédés, en limitant l'étendue des ses propres affirmations... Nous vous communiquerons nos hésitations ; vous nous communiquerez votre assurance » Occorre appena di osservare che raramente due spiriti tanto diversi si sono trovati di fronte.

Pasteur lasciava talvolta libero il volo alla sua fantasia. Udite quali illazioni traeva dai suoi studi sulla dissimetria molecolare : « L'Univers est un ensemble dissymétrique. Je suis porté à croire que la vie telle qu'elle se manifeste à nous, doit être fonction de la dissymétrie de l'Univers ou des conséquences qu'elle entraine. L'Univers est dissymétrique ; car on placerait devant une glace l'ensemble des corps qui composent le système solaire, ses mouvant de leurs mouvements propres, que l'on aurait dans la glace une image non superposable à la réalité ».

Ma se nella conversazione o nei discorsi osava abbandonarsi alle audacie della immaginazione, non si lasciava però mai dominare dai preconcetti che nella sua mente associatrice disciplinavano l'ordinamento delle ricerche sperimentali. Egli ben sapeva che quando si indagano i fenomeni naturali e in particolar modo quelli della vita, non è lecito di prevedere se non per preparare un esperimento,

arrestando poi ogni influenza suggestiva del pensiero per osservare freddamente i risultati ottenuti. Lo sperimentatore deve essere diretto nelle sue indagini da concezioni generali, ma deve anche saper liberarsi a tempo da queste per nulla sottrarre alla imparzialità del giudizio sulle risultanze sperimentali. Se ben rammento fu Claudio Bernard, il grande fisiologo suo contemporaneo, che disse bonariamente : « I preconcetti sono come il soprabito che lascio nel vestibolo quando entro in laboratorio e che mi affretto a indossare di nuovo quando ne esco ».

Nessuno fu più di Luigi Pasteur rigidamente rispettoso di questa disciplina sperimentale e il motto dell'Accademia del Cimento « Provando e riprovando » avrebbe potuto essere scolpito sulla porta del suo laboratorio , poichè egli veramente poteva considerarsi come un seguace di quei metodi che derivano dagli ammaestramenti del sublime Galileo. I suoi mezzi di indagine, non ostante l'importanza e la complessità dei problemi affrontati, erano semplicissimi. Le sue ricerche sulla fermentazione alcoolica e sulla generazione spontanea si svolsero in due miserabili stanze che gli furono concesse perchè inabitabili, nel granaio della Scuola normale di Parigi avendo per aiuto, nei primi tempi almeno, la sola collaborazione della sua devota compagna. Egli si era adattato a quelle penose condizioni per dedicarsi esclusivamente alla ricerca scientifica, lasciando la cattedra di chimica e la carica di decano della Facoltà di scienze di Lilla, ove aveva un laboratorio sufficientemente organizzato. Ma vi doveva professare un regolare corso di lezioni, ed egli che pure apprezzava altamente l'apostolato didattico accettò la modesta funzione di amministratore della Scuola normale in Parigi per non essere distratto dalle preoccupazioni dell'insegnamento. E fu grande ventura perchè le scoperte conseguite in quel periodo della sua vita, che ci fanno sempre ammirati e stupiti, potè conseguirle soltanto concentrando tutto il suo pensiero e tutta l'opera sua esclusivamente e continuamente sugli obbiettivi delle sue indagini.

Anche Bernard trascorse gran parte della sua vita di sperimentatore in un laboratorio umido ed oscuro come una cantina ove contrasse la nefrite che lo uccise. Ma questi valorosissimi militi della scienza si rassegnavano, benchè dolorosamente, alla miseria dell'ambiente ed alla insufficienza degli apparecchi perchè si sentivano animati dalla grandezza della loro missione e dalla consapevolezza del loro valore intellettuale. Essi sapevano di poter utilizzare il più perfetto strumento che possa essere offerto ad uno studioso, il loro cervello aperto alla percezione larga e penetrante, alle associazioni rapide e comprensive, alle risoluzioni pronte ed efficaci, alle evocazioni mnemoniche audaci ed ammonitrici. Non si ottengono sempre misure precise con questo apparecchio, ma esso è il capolavoro della vita, sintetizzante gli sforzi di innumerevoli esseri che inconsci o consapevoli ne hanno determinato il sovrano sviluppo affidandogli la potenza e la missione di aprire e di illuminare il sentiero da percorrere per avvicinarsi, sia pure con penosi tentativi, alla mèta agognata.

Voi certo non troverete eccessiva l'ammirazione che manifesto per queste grandi figure, e quante ne conta la storia della scienza anche nel nostro Paese, che hanno combattuto tutta la loro vita per il vero e per il bene universali, senza ostentare i simboli dei loro sentimenti e delle loro vittorie, senza chiedere altro compenso che quello derivante dall'intimo compiacimento del dovere compiuto.

E neppure vorrete supporre che le mie parole significhino disconoscimento della necessità di laboratori bene organizzati e riccamente provveduti. Senza di essi non è possibile l'insegnamento delle scienze sperimentali nè un largo contributo individuale e collettivo allo sviluppo di queste. Anche gli ingegni maggiori producono molto più e meglio quando non debbano esaurire parte del loro lavoro per superare difficoltà materiali imposte dalla grettezza, dalla ignoranza o peggio ancora dalla indifferenza. E quanti dei nostri si sono trovati in simili condizioni!

La tecnica di Pasteur era, come vi dissi, di una semplicità che appare primordiale, sopra tutto quando si confronti coi risultati ottenuti. Ma questa semplicità nulla toglieva all'impeccabile rigore della ricerca. Ed egli era così profondamente convinto di aver compiuto quanto era umanamente possibile per eliminare le cause d'errore, che non tollerava obbiezioni, ed era vivacissimo nella polemica e inesorabile nel voler debellare i suoi avversari. Sono celebri i suoi dibattiti, i suoi viaggi per incontrare gli oppositori, le sue gite e le sue ascensioni per rintracciare anche fuori del laboratorio nuovi argomenti in difesa dei suoi risultati e delle sue conclusioni. Quanti pregiudizi, quante diffidenze ha dovuto vincere questo chimico considerato come un intruso nel campo della fisiologia, della patologia, della terapia, questo autodidatta in biologia! Perchè si arrogava egli il diritto, basandosi su ricerche fatte in barattoli di vetro o su cani, su conigli o su polli, di discutere alla pari nell'Accademia di medicina coi sacerdoti della tradizione professionale, che avevano passato la loro vita al capezzale dei sofferenti? Ma si poteva tollerare una simile audacia? Non comprendevano essi quale agilità di ricerca e di interpretazione uno spirito colto sagace e penetrante traesse appunto dal non essere vincolato dalle pastoie della tradizione. La esasperazione contro di lui fu tale che un medico ottantenne lo sfidò a duello; non mi consta però che siano scesi sul terreno.

Non era soltanto la persuasione del rigore ineccezionabile delle sue indagini che lo rendeva tanto combattivo. Egli era un credente non solo nella religione dei suoi padri ma pure nella sublimità della vita che con le innumerevoli armonie di forme e di funzioni, con i mirabili adattamenti, con la coscienza e l'intelligenza che in essa si immedesimano, rivela per mezzo degli esseri organizzati e in particolar modo dell'uomo, un piano prestabilito di una Volontà divina. Affermare che esseri viventi, fossero pure microbi, potessero svilupparsi da materiali organici in putredine, senza l'intervento di germi vitali, era per lui non soltanto un grossolano errore ma anche una bestemmia, e la vi-

vacità delle sue obbiezioni esprimeva la convinzione dell'indagatore sicuro dei suoi risultati e l'indignazione del credente.

Egli era battagliero anche per atavismo e per educazione familiare. Figlio adorato di un sottufficiale del primo Impero che aveva combattuto nelle campagne di Spagna e di Francia e assistito agli addii di Fontainbleau, crebbe fra i racconti delle battaglie napoleoniche e fra le manifestazioni di un patriottismo ardente e combattivo. È facile quindi comprendere quanto egli dovesse soffrire per le sciagure della guerra franco-prussiana e della comune ; quelli furono per lui i momenti di maggiore sconforto.

Dall'Italia gli giunsero allora espressioni di profonda simpatia. Un chimico, il Chiozza, lo invitò a dirigere uno stabilimento di sericoltura a Milano ove avrebbe potuto continuare le sue ricerche, ed il deputato Toscanelli gli offerse una cattedra ed un laboratorio di chimica agraria a Pisa. Il Chiozza, che fu anche l'intermediario di questa seconda proposta, lo incoraggiava ad accoglierla.

« Pisa, gli scriveva, è una città tranquilla una specie di *quartier latin* isolato fra i campi, ove i professori e gli studenti formano una parte importante della popolazione. Vi sarete accolto con la maggiore cordialità e con riguardi del tutto eccezionali ».

Ma Pasteur, benchè dovesse rimanere inattivo, lontano dal suo laboratorio di Parigi, rifiutò ; al Chiozza rispondeva : « Je croirais commettre un crime et mériter la peine des déserteurs si j'allais chercher, loin de ma patrie dans le malheur, une position matérielle meilleure que celle qu'elle peut m'offrir ». E a Toscanelli : « ... permettez-moi de vous le dire avec une entière sincérité, le souvenir de votre démarche restera dans les annales de ma famille comme un titre de noblesse, comme une preuve des sympaties de l'Italie envers la France, comme un gage de l'estime qu'elle accorde à mes travaux ».

In questa rapida e concisa rappresentazione della grande e complessa figura di Luigi Pasteur non voglio dimenticare le sue notevoli attitudini artistiche. Nei suoi primi anni egli aveva una spiccata passione per la pittura e ad essa voleva dedicarsi. Sono noti alcuni ritratti usciti dal suo pennello, nei quali la finezza della ricerca si fonde con una singolare capacità di penetrazione psicologica, e alcuni paesaggi che manifestano un senso delicatissimo delle bellezze naturali.

Nel 1888 quando aveva già 66 anni, sette anni avanti la sua morte una sottoscrizione mondiale permetteva la costruzione di quell'Istituto che fu il sogno di tutta la sua vita, ove avrebbe potuto, senza sforzi superflui e con maggiore efficacia, continuare fra collaboratori ed allievi le sue ricerche scientifiche ed umanitarie. Egli vi entrava fra il plauso universale, ma era già affievolito dagli anni, dal lungo lavoro, dalle emozioni derivanti da un acuto senso di responsabilità, dalle malattie, dalle sciagure familiari. « Hélas, egli esclamava, j'ai la poignante mélancolie d'y entrer comme un homme *vaincu du temps* qui

n'a plus autour de lui aucun de ses maitres, ni même aucun de ses compagnons de lutte». Ed aggiungeva: «Si je me sens aussi triste de leur absence qu'au lendemain de leur mort, j'ai du moins la consolation de penser que tout ce que nous avons defendu ensemble ne périra pas. Notre foi scientifique, les collaborateurs et le disciples qui sont ici la partagent».

Ed anche questa volta egli previde il vero. L'opera sua lascia orme indelebili in chimica, in fisiologia, in patologia, in terapia, nell'agricoltura, e i frutti di essa sono di una inesauribile fecondità nei campi teorici ed applicati. Nel suo glorioso Istituto sotto la direzione dei suoi allievi e dei suoi prosecutori, di Roux, di Calmette, di Martin, di Delezenne, di Bertrand, di Lavedan, di Salimbeni, di altri ancora, le ricerche da lui iniziate continuano indefesse e vittoriose. Quante vite, quante ricchezze furono salvate, quanti dolori furono evitati o attenuati, quale luce fu proiettata sulla vita rudimentale di esseri impercettibili che nella loro microscopica piccolezza racchiudono i secreti della vita e della morte, delle malattie e dei loro rimedi.

Nell'Istituto che porta il suo nome, in una cripta adorna di marmi e di mosaici, giace la salma di Luigi Pasteur, e innanzi alla sua tomba arde una fiaccola, simbolo di una luce che non si estinguerà mai. Intorno a quel pietoso ricordo fervono le indagini dei seguaci del Maestro, che ne santificano la memoria con la loro attività costante e illuminata, nel solco che Egli ha tracciato. Uniamoci a questa fervida venerazione che non implora ma agisce, che non conosce confini nè di stirpe nè di fede, in un ardore di lavoro dedicato a migliorare l'umanità, ad attenuarne le sofferenze, a renderla più forte e più lieta, e inchinandoci reverenti alla memoria di quel grande che fu sapiente e buono, proclamiamone le virtù, affinchè non si dimentichi mai che l'amore ed il sapere sono pur sempre le maggiori forze costruttive e benefiche nell'umano consorzio.

GIULIO FANO.

Discorso del Socio prof. FILIPPO BOTTAZZI

L'opera scientifica di Pasteur fu così strettamente legata alla sua vita (1), che assai difficile riesce trattare dell'una senza toccare dell'altra. Egli sentì sì profondamente l'affetto per i suoi cari, e sì intimamente li accomunò allo svolgimento del suo pensiero, da lasciarsi andare spesso a scrivere, per es., lunghe lettere al padre, per intrattenerlo sugli argomenti che veniva studiando.

D'altro canto, nella maggior parte delle campagne scientifiche ch'egli intraprese, vi si recò insieme con la famiglia, che collaborava con lui nelle ricerche quotidiane.

La vita scientifica (2) di Pasteur incomincia nel 1844, a 22 anni. Iniziato da Laurent e Delafosse nello studio della cristallografia, mentre veniva meditando una nota di Mitscherlich (3) sul tartrato e il paratartrato di sodio e d'ammonio (i cui cristalli, pur tanto simili fra loro, davano soluzioni, delle quali soltanto la prima deviava, a destra, il piano della luce polarizzata, là dove la seconda era inattiva) e faceva misure goniometriche di questi cristalli, Pasteur osservò (4) che quelli del tartrato portano piccole faccette sulla metà

(1) Ved. l'opera magistrale di R. Vallery-Radot, *La vie de Pasteur*, Paris.

(2) Per tutte le ricerche chimiche di Pasteur, consultare: *Oeuvres de Pasteur*, réunies par Pasteur Vallery-Radot, tom. I, *Dyssymétrie moléculaire* (Paris, Masson et C.ie éditeurs, 1922).

(3) Mitscherlich aveva riconosciuto (1844) che il tartrato e il paratartrato doppii di sodio e d'ammonio posseggono la stessa composizione chimica, la stessa forma cristallina, la stessa densità, la stessa birifrangenza ecc., ma che il tartrato, sciolto nell'acqua, fa deviare il piano della luce polarizzata, mentre il paratartrato è inattivo.

(4) Tutti i tartrati che Pasteur indagava presentavano piccole faccette supplementari le quali, invece di essere pari e simmetriche come nei cristalli regolari, erano impari, e quindi conferivano a ciascun cristallo una forma dissimmetrica. Secondo l'espressione proposta da Delafosse, ogni cristallo era *emiedro*. Pasteur, inoltre, scorse che, orientando i cristalli del tartrato in una certa maniera, le faccette emiedriche erano sempre situate nello stesso senso, e allora egli immaginò che dovesse esistere una correlazione fra l'emiedria dei tartrati e la loro proprietà di deviare il piano della luce polarizzata. I cristalli del paratartrato, invece, erano stati detti regolari; da ciò, forse, la loro inattività. Ma Pasteur potè presto rilevare che anch'essi erano emiedrici; e questa osservazione lo turbò non poco; perchè, se tanto i cristalli di tartrato quanto quelli di paratartrato erano emiedrici, la correlazione ch'egli aveva creduto di stabilire tra l'emiedria e l'attività ottica era dunque infondata. Guidato dal suo finissimo istinto di ricercatore ostinato, cominciò allora a esaminare uno per uno i cristalli del paratartrato, e finì per accorgersi che le faccette emiedriche, che nei tartrati erano sempre volte nello stesso senso, nei cristalli del paratartrato invece s'inclinavano ora a destra, ora a sinistra. Separò i cristalli emiedrici a destra da quelli emiedrici a sinistra, e riconobbe che le soluzioni loro erano, l'una e l'altra, attive sulla luce polarizzata; ma l'una ne deviava il piano a destra, l'altra a sinistra.

di spigoli omologhi, e sono tutti emiedrici a destra, mentre, di quelli del paratartrato, una metà portano le faccette inclinate a destra, l'altra metà a sinistra, e però sono, gli uni rispetto agli altri, come la mano destra rispetto alla sinistra, cioè non sono sovrapponibili.

Gli balenò allora l'idea geniale, e pur semplice, di separare, raccogliendoli a uno a uno in due gruppi distinti, i cristalli emiedrici a destra da quelli emiedrici a sinistra, e di osservare separatamente le rispettive soluzioni. Commosso, dice il suo biografo, il cuore in tumulto, lo sguardo pieno d'ansia, osserva le soluzioni al polariscopio, e trova che tutt'e due deviano il piano della luce polarizzata, ma l'una a destra, l'altra a sinistra. Dunque, egli pensò, e dimostrò poi sperimentalmente, l'acido detto racemico da Gay-Lussac, paratartarico da Berzelius, è inattivo perchè composto in parti uguali da acido destrogiro e levogiro. Dunque, a una disposizione diversa delle molecole nei cristalli, corrispondono proprietà ottiche differenti.

La scoperta fece rumore. Il vecchio chimico Biot invitò Pasteur a ripetere l'esperienza al Collegio di Francia; gli dette acido paratartarico purissimo, da lui medesimo trovato assolutamente inattivo, insieme con la soda e l'ammoniaca, per la preparazione del sale doppio; poi, dopo qualche giorno, quando i cristalli furono apparsi in copia nella soluzione, tornò a chiamarlo, perchè, sempre in sua presenza, egli ne facesse la scelta; preparò con le sue mani le due soluzioni e si accinse alla prova decisiva.

« Voi affermate, dunque », esclamò il maestro, « che i cristalli da voi aggruppati a destra devieranno a destra, e quelli aggruppati a sinistra devieranno a sinistra il piano della luce polarizzata?

« Sì », rispose Pasteur.

E quando, osservata al polariscopio la seconda soluzione, ebbe constatato la deviazione a sinistra, non potè trattenersi dallo stringere tra le sue braccia il giovane ventiseenne, e dal pronunziare le memorabili parole: « Mon cher enfant, j'ai tant aimé les sciences dans ma vie, que cela me fait battre le coeur ».

In quell'istante due spiriti eletti s'intesero profondamente, due cuori generosi batterono all'unisono nella viva fiamma della passione per la scienza pura.

Per 30 anni Biot [1] aveva studiato i fenomeni di polarizzazione rotatoria, senza sospettare che l'emiedria dissimmetrica dei cristalli potesse essere con quella in intima relazione. Eppure non provò gelosia per il giovane sperimentatore, che con un lampo del suo genio aveva chiarito il problema, intorno al quale aveva pure affaticato la sua mente il Mitscherlich; per il giovane, che aveva scoperta una nuova classe di corpi isomeri, chiarita la costituzione dell'acido racemico, aperta alla scienza una via nuova e impreveduta.

[1] Biot aveva scoperto nel 1815 che un gran numero di sostanze, principalmente d'origine organica, facevano ruotare in un senso o nell'altro il piano della luce polarizzata.

Pasteur aveva instituito la sua esperienza decisiva sotto lo sguardo prima sospettoso, poi ammirativo, infine commosso del maestro, e aveva trionfato.

« Partire dalla configurazione esterna dei cristalli per penetrare addentro nella costituzione individuale dei loro aggruppamenti molecolari, e, dopo essersi servito di questo primo segno per dirigere le ricerche, ricorrere con rara chiaroveggenza alle risorse della chimica e dell'ottica: ecco ciò che Biot non cessava di ammirare ».

Pasteur fabbricò poi artificialmente l'acido racemico (1), dopo che, per trovare un poco del paratartrato naturale, aveva percorso quasi tutta l'Europa; produsse anche l'acido tartarico inattivo, o mesotartarico (2); e dal racemico ottenne l'acido levogiro, seminando nelle soluzioni di esso il *Penicillium glaucum*, una muffa che distrugge l'acido tartarico destrogiro, con produzione di acidi grassi, mentre lascia l'altro immodificato (3).

* * *

Quest'ultima osservazione non poteva, però, non esercitare un'influenza grandissima sulla mente di Pasteur. La dissimmetria molecolare, dunque, interviene – egli pensò – come fattore essenziale, non solo in un fenomeno puramente fisico, qual'è l'azione sulla luce polarizzata, ma anche in un fenomeno fisiologico, la nutrizione di una muffa. E se dissimmetriche sono le molecole delle sostanze che si formano durante l'organizzazione degli esseri viventi, vuol dire che dissimmetriche sono anche le forze organizzatrici, vuol dire che la dissimmetria è un carattere comune ai cristalli e alla materia vivente, è un carattere universale della natura, e che deve essere possibile provocare forme molecolari dissimmetriche esercitando sulla materia azioni dissimmetriche (4).

(1) Isolando gli acidi dal paratartrato, Pasteur scoprì l'acido tartarico levogiro, il compagno dell'acido destrogiro, isolato dal tartrato. Inoltre, mescolando soluzioni un po' concentrate di quantità eguali dei due acidi, ottenne l'acido paratartarico inattivo per compensazione. Più tardi (ved. appresso) scoprì anche l'acido mesotartarico.

(2) L'ottenne, facendo agire il calore sull'acido racemico. Il calore trasforma, infatti, una parte dell'acido racemico in acido tartarico inattivo o mesotartarico. E Pasteur intuì che l'inattività dovesse dipendere da una specie di *compensazione interna*, raffigurandosi i gruppi atomici disposti nella molecola della sostanza in una maniera speciale, la quale però non corrisponde alla raffigurazione odierna, secondo cui la molecola sarebbe, per così dire, contorta metà in un senso, e metà nel senso opposto.

(3) Un fungo, probabilmente il *Penicillium glaucum*, si era casualmente sviluppato alla superficie di una soluzione di acido tartarico destrogiro, distruggendo completamente la sostanza sciolta. Allora Pasteur, che non si lasciava sfuggire nessuna osservazione, seminò la muffa in una soluzione di acido racemico, e trovò che da essa scompariva l'acido destrogiro, per cui la soluzione, prima inattiva, diveniva levogira. Egli scoprì pertanto un altro modo, che potrebbe dirsi biologico, di scinder l'acido racemico.

(4) Biot aveva scoperto il potere rotatorio dell'acido malico, dell'asparagina ecc.; Pasteur disse che ciascuna di queste sostanze doveva esistere nelle 3 forme: destrogira,

Così, con logica rigorosa, Pasteur passava di pensiero in pensiero sempre più ardito; e finalmente immaginava un piano grandioso di ricerche, per tentare di ottenere sperimentalmente forme molecolari dissimmetriche. Ma da tali progettate e in parte iniziate ricerche altri studî dovevano presto, e per sempre, distrarlo. Egli ne provò grande amarezza, e per tutta la vita portò con sè un acuto sentimento nostalgico per le indagini cristallografiche, per quelle ricerche che erano state la sua prima passione, gli avevano procurato il primo trionfo, avevano fornito la base sulla quale poi Le Bel e Van t' Hoff nel '74 fondarono la teoria del carbonio assimmetrico e incominciarono a innalzare il grande edifizio di quella nuova branca della scienza che V. Meyer chiamò stereochimica.

*
* *

In questa prima grande scoperta rifulsero tutte le virtù, che fecero di Pasteur lo scienziato sperimentatore per eccellenza: la virtù della osservazione scrupolosa e sagace delle cose; il non mai abbastanza soddisfatto bisogno di sperimentare e tornare a sperimentare, variando le condizioni della esperienza; il non lasciarsi sfuggire i minimi particolari, quelli che, come egli medesimo

---

sinistrogira e racemica. Le ricerche successive, di lui medesimo e di altri, tra i quali vogliam particolarmente rammentare Piria e Piutti, hanno dimostrato che egli aveva ragione.

Secondo Pasteur, le azioni che esercitano le sostanze costitutive delle cellule viventi durante i processi sintetici debbono differire profondamente da quelle che esercitano gli acidi, gli alcali ed altri reattivi, che il chimico usa allo stesso scopo nel suo labortorio. Le prime debbono essere dissimmetriche poichè generano sostanze dissimmetriche che fanno ruotare il piano della luce polarizzata. Le seconde, invece, che per lo più generano sostanze racemiche, sono simmetriche.

Le osservazioni fatte sull'azione del *Penicillium* gl'inspirarono l'idea che i due isomeri, destrogiro e sinistrogiro, di una medesima sostanza, debbono comportarsi diversamente, quando entrano in relazione con le cellule viventi: idea, che molte osservazioni hanno confermato in seguito. Rammentiamo il caso delle asparagine.

L'asparagina, che ordinariamente si estrae dai semi delle piante, devia a sinistra il piano della luce polarizzata ed è insipida. Quella invece, che Piutti ha estratta dalle veccie germogliate è destrogira ed ha sapore nettamente dolce. Interpretando tale differenza secondo le idee di Pasteur, si dovrebbe dire che le due asparagine hanno diverso potere e modo di combinarsi con sostanze ricettive dissimmetriche delle cellule sensoriali dell'organo gustativo.

Analogamente, l'adrenalina sintetica, che è racemica, è assai meno attiva sui vasi sanguigni che non quella naturale, che fabbricano le cellule midollari delle ghiandole surrenali, e che è levogira.

Ebbene: sotto l'azione di forze dissimmetriche inerenti al protoplasma cellulare, troviamo che si formano sostanze attive sulla luce polarizzata, cioè dissimmetriche. Questo fatto, però, solleva un altro problema, che è il seguente: Le sostanze otticamente attive, che ci forniscono i processi sintetici cellulari, sono attive fin dal principio della loro formazione, o risultano da una distruzione unilaterale di sostanze racemiche? Ora questo problema è stato, in parte, già risolto da Piutti fin dal 1915 (ved. A. Piutti, *Sulla esistenza*

lasciò scritto, « sembrano infimi solo agli spiriti secondarî », essendo questa « una delle maniere migliori di preparare i risultati grandiosi »; il non lasciarsi sgomentare da un primo insuccesso, anzi farsene incitamento alla ricerca delle cause del medesimo; la capacità di costruire ipotesi audaci, e la forza di liberarsene, dopo averle saggiate alla pietra di paragone dell'esperienza, non appena ne avesse riconosciuta l'inattendibilità, avendo sempre come guida sicura uno spirito vigile e in guardia contro le cause d'errore e le conclusioni affrettate: la perseveranza nello sforzo, e la concentrazione del pensiero sul problema studiato, dalla quale si sprigiona un giorno o l'altro la favilla che finalmente lo rischiara. Allora è che si suole attribuire la scoperta al caso! Ma il caso, diceva Pasteur, non favorisce se non gli spiriti preparati.

A queste virtù in lui si univa poi l'entusiasmo, anzi l'impeto dell'animo, con cui spronava amici e discepoli alla ricerca della verità, nel tempo stesso che li ammoniva ad essere cauti nelle deduzioni e circospetti. Si univa, ancora, una immaginazione potente, della quale erano state indizio precoce le attitudini pittoriche manifestate negli anni giovanili; per la quale la mente sua riusciva a scorgere recondite analogie e affinità tra fenomeni e cose apparente-

---

delle due asparagine rotatorie nei lupini germogliati. « Rendic. d. R. Accad. d. scienze fisiche e matematiche di Napoli », fasc. 11° e 12°, novembre e dicembre 1915), avendo egli estratto le asparagine, dal succo dei lupini germogliati al buio, a una temperatura inferiore a quella, alla quale avviene la trasformazione dell'asparagina ordinaria (sinistrogira) nell'antipodo ottico (asparagina destrogira dolce). Avendo il Casale constatato che fino a 66° C la detta trasformazione non avviene, Piutti fece tutte le operazioni di estrazione a 40° C, riuscendo così ad isolare l'asparagina destrogira dolce, che però si trova nel succo sempre in quantità molto piccola rispetto all'altra. Ma nelle sintesi fatte da Piutti, le due asparagine si formavano in quatità eguale. È molto verosimile, quindi, che nella pianta l'asparagina destrogira, che è anche più solubile, sia utilizzata prima dell'altra, specie nella formazione delle sostanze assai complesse (proteine) delle cellule dei germogli. Sembrerebbe quindi doversi concludere che, almeno in questo caso, « le due forme (di asparagine) coesistono nei prodotti della germogliazione », che cioè le cellule viventi dei germogli sono capaci di fabbricare distintamente i due antipodi attivi.

A proposito delle ricerche di Piutti, ho accennato all'influenza del calore. Questo era stato già utilizzato da Pasteur per trasformare ciascuno degli acidi tartarici attivi (combinati prima con la cinconina o con la cinconicina) in acido racemico (racemizzazione effettuata dal calore). Ma è per un'altra ragione che ora qui insisto sull'influenza del calore, e la ragione è contenuta nelle seguenti righe di Bertrand, che trascrivo: « Une des chances les plus remarquables, dont ait profité Pasteur, est d'avoir entrepris l'étude du racémate double de sodium et d'ammoniac en une saison où la température était inférieure a + 27°,2 C. C'est seulement, en effet, au-dessous de cette température limite que se produit la séparation des deux composants actifs; au-dessus, il ne cristallise que du racémate inactif et non hémièdre. On peut se demander, ce que serait devenue la carrière scientifique de Pasteur s'il avait effectué sa recherche durant l'été, lorsque la température dépassait la limite de + 27°,2 C. (G. Bertrand, *L'oeuvre chimique de Pasteur*, Conférence faite devant la Société chimique de France, le 22 décembre 1922: in « Bull. de la Soc. chim. de France », 4ème sér., tomes XXXIII-XXXIV, n. 2, février 1923, pp. 133-154).

mente dissimili; per la quale, appunto, dalla dissimmetria dei cristalli assurse alla concezione di «una influenza cosmica dissimmetrica che presiede», scriveva al Raulin, «naturalmente, costantemente all'organizzazione molecolare dei principii immediati essenziali alla vita»; e finalmente si univa quell'amore, quella passione per il lavoro, di cui dette prova per tutta la vita, anche quando la paralisi lo immobilizzò per più mesi; e fin dai primi anni, quando giovinetto, e pur già saggio, scriveva alle sorelle: «Quando si è fatti per il lavoro, non si può più vivere senza di esso. D'altronde è dal lavoro che tutto dipende in questo mondo...».

*
* *

Con le ricerche sui processi di fermentazione, iniziate nel 1857, Pasteur passava dalla chimica alla biologia (1). E qui mi sia consentito di rilevare come i successi che egli riportò in questo nuovo campo della scienza sperimentale stiano ad attestare la bontà della via da lui battuta, e ad ammonire che la preparazione chimica e fisica è la migliore, anzi indispensabile, per chi voglia accingersi all'indagine causale dei fenomeni biologici.

Ma mentre io fo questo rilievo, alla mente mi ricorre il pensiero che appunto nello studio delle fermentazioni due chimici puri, Liebig e Berzelius, rimasero schiavi di vedute chimiche preconcette, là dove Pasteur dette invece magnifica prova di quella sua libertà e agilità di spirito, per cui potè scorgere nella fermentazione l'importanza essenziale del fattore vitale.

Invano molti anni dopo egli si recò, vero apostolo della scienza, da Liebig, per dimostrargli la realtà delle sue scoperte sui fermenti organizzati; Liebig si rifiutò perfino di ascoltarlo, su questo argomento.

Le teorie che dominavano a quel tempo circa i processi fermentativi erano quella di Berzelius delle reazioni di contatto o causate dalla forza catalitica, e l'altra di Liebig, fondata sulla interpretazione di Stahl, secondo la quale nei liquidi fermentanti esistono sostanze organiche complesse in via di decomposizione, ed è, per così dire, il movimento di scomposizione di queste che si comunica alla sostanza fermentescibile, provocandone la disintegrazione.

Ma a Pasteur non era sfuggito un accenno del fisico Cagniard-Latour a certi globetti, da questi veduti nel 1835, dopo Leuwenhoek e Fabroni, nel mosto di birra, «suscettibili di riprodursi per germogliamento», e ritenuti da lui come capaci di agire probabilmente sullo zucchero «per qualche influenza della loro vegetazione». Così fu egli condotto alla osservazione microscopica dei liquidi fermentanti; alla scoperta, che quei globetti erano veramente infimi esseri viventi, la cui presenza era condizione essenziale del pro-

(1) Per le ricerche microbiologiche concernenti le fermentazioni e la generazione spontanea, ved.: *Oeuvres de Pasteur*, réunies par Pasteur Vallery-Radot. Tom. II, *Fermentations et Générations dites spontanées*, Paris, Masson et C.ie éditeurs, 1922.

cesso fermentativo; alla teoria, che la fermentazione è « un acte corrélatif de la vie, de l'organisme des globules, non de la mort ou da la putréfaction de ces globules, pas plus qu' elle n'apparaît comme un phénomène de contact où la transformation du sucre s'accomplit en présence du ferment sans rien lui donner, ni rien lui prendre ».

E studiò, l'una dopo l'altra, la fermentazione lattica, la fermentazione acetica e la butirrica, la fermentazione alcoolica del succo d'uva e del mosto di birra, mettendo in chiaro le cause specifiche di esse, cioè i diversi fermenti organizzati, e le condizioni migliori nelle quali esse si possono svolgere più celermente, e al riparo dall'intervento di microrganismi estranei, capaci di provocarvi processi fermentativi abnormi (1).

Durante tali ricerche, che, secondo le occasioni, doveva interrompere per poi riprenderle, solo o con l'aiuto di discepoli fedeli, in luoghi e tempi diversi, Pasteur dimostrò che, nella fermentazione alcoolica, accanto all'alcool e all'acido carbonico, appariscono glicerina e acido succinico, e che essa avviene anche in una soluzione zuccherina priva di sostanze organiche in via di scomposizione; riconobbe la doppia vita aerobica e anaerobica del lievito, il carattere anaerobico del vibrione butirrico, e, per contro, l'indispensabilità dell'aria, cioè dell'ossigeno, per la moltiplicazione e l'attività fermentativa del *Mycoderma aceti*; studiò e descrisse sistematicamente i principali fermenti organizzati, creando la microbiologia; e fece la più grande rivoluzione, che registri la storia, delle industrie connesse con la fabbricazione e la conservazione e la esportazione dei vini, della birra, dell'aceto, non che con quelle della panificazione, della caseificazione, e perfino della concia delle pelli.

*
* *

Le resistenze che egli incontrò in tale immane lavoro non furono poche nè lievi; ma egli le superò con la costanza e la forza di chi è consapevole delle verità annunziate, col fervore dell'apostolo, e la fede incrollabile nel successo, sospinto e sostenuto dalla volontà di recare ai suoi connazionali i massimi beneficii, e di contribuire all'aumento della ricchezza del suo paese.

E per vincere le sempre nuove difficoltà, non sdegnò egli di scendere tra gli industriali e gli operai dall'olimpo della scienza pura, e di recarsi, solo o in compagnia dei suoi allievi e collaboratori, nelle distillerie, nelle fabbriche, nelle cantine; prodigando i suoi consigli illuminati, ripetendo in grande gli esperimenti di laboratorio per convertire gl'increduli, per interessare gli scettici; facendo conferenze al fine di divulgare le sue scoperte; inventando procedi-

(1) Pasteur fornì indicazioni preziose concernenti il metodo di separazione e di coltura pura dei fermenti organizzati in mezzi nutritivi opportuni, e dimostrò, per es., che quando le fermentazioni avvengono per l'azione di fermenti puri, ciascuna di esse si svolge distintamente; la fermentazione alcoolica dà alcool e non acido lattico, e la fermentazione lattica dà acido lattico e non alcool.

menti nuovi e ingegnosi, ma sempre di estrema semplicità, per rendere agevole l'applicazione dei suoi metodi, e salvare le grandi industrie del suo paese.

Giacchè egli riconobbe e apprezzò, è bensì vero, l'importanza suprema della teoria, scrivendo, come il grande Leonardo, che «senza la teoria, la pratica non è se non l'andazzo dettato dall'abitudine», e che «la teoria sola può far nascere e sviluppare lo spirito d'invenzione». Ma non concepì la scienza sperimentale e la teoria se non come gli occhi che insegnano il cammino da seguire nella pratica, come la viva luce che, rischiarando l'assidua opera che si svolge nelle officine e nelle fabbriche, la porta alla perfezione tecnica e al massimo rendimento. Pasteur fu, pertanto, non solo un grande scienziato e inventore di verità e di teorie imperiture, ma anche, e sopratutto, un grande benefattore dell'umanità, come colui che non concepì la scienza se non come attività applicata all'avanzamento materiale e morale dell'uomo sulla terra.

Presentemente, la teoria vitale di Pasteur, delle fermentazioni, è oltrepassata: e mentre, per le ricerche di Buchner, sappiamo che la fermentazione alcoolica avviene anche per opera del succo spremuto al torchio idraulico dal lievito ucciso mediante finissima triturazione, il semplice schema pastoriano del processo chimico fermentativo si è ampliato e approfondito in quel gruppo intricato di reazioni, che è merito di Neuberg e dei suoi collaboratori di avere ormai quasi completamente chiarite. Ma della teoria pastoriana rimane sempre vivo il principio fondamentale, sviluppatosi poi col tempo, che gli enzimi, cioè i catalizzatori organici, derivino da microrganismi o da cellule ghiandolari, e siano deputati ad agire dentro o fuori dalle cellule che li hanno generati, sono sempre prodotti dell'attività del protoplasma, onde la loro genesi è sempre e indissolubilmente legata alla vita. Oltre di ciò, la specificità dei fermenti, scoperta da Pasteur, ha preceduto il riconoscimento della specificità degli enzimi, la quale, attraverso la felice raffigurazione di Fischer della chiave e della serratura, ha inspirato le ormai numerose ricerche intese a chiarire la natura dei rapporti che si stabiliscono tra enzima e sostrato, ossia la natura delle azioni enzimatiche.

*
* *

Nel gennaio del 1860, Pasteur scriveva all'amico suo Chappuis: «Fo del mio meglio, proseguendo gli studii sulla fermentazione, che presentano un grande interesse per il legame che li unisce all'impenetrabile mistero della vita e della morte. Spero di fare presto un passo decisivo, risolvendo, senza la minima confusione, la celebre controversia sulla generazione spontanea».

Infatti, il 6 febbraio presentò all'Accademia delle scienze la sua prima memoria su questo argomento, nello studio del quale s'era messo, malgrado il parere contrario di Biot, che temeva il discepolo prediletto perdesse il suo tempo impelagandosi in una questione, che ormai, dopo tante ricerche, alle quali vanno congiunti anche i nomi di Francesco Redi e di Lazzaro Spallanzani, sembrava giunta, come suol dirsi, sopra un binario morto.

Ma gli studii sulle fermentazioni spingevano Pasteur irresistibilmente verso il problema della generazione spontanea, perchè, se i fermenti sono minuscoli esseri vivi, anche per questi sorge il problema della loro origine: nascono essi da germi, o appariscono spontaneamente nei liquidi fermentescibili?

Evidentemente Biot non aveva intuito che, se Pasteur avesse potuto dimostrare irrefutabilmente la insussistenza della generazione spontanea, la teoria vitale delle fermentazioni ne sarebbe stata definitivamente confermata, e, cosa importantissima dal punto di vista pratico, sarebbe stato sempre possibile controllare, dirigere l'andamento delle fermentazioni industriali, giovandosi di dati scientifici rigorosi.

Disgraziatamente, di un problema, che doveva essere oggetto di pura ricerca sperimentale, s'erano impadroniti i filosofi, parteggiando i materialisti per l'eterogenesi, che gli spiritualisti ritenevano impossibile.

Pasteur si accinse al lavoro con un ardore e, nel tempo stesso, con una scrupolosità esemplare, durando fatiche inconsuete, come quella di fare l'ascensione del Montanvert per raccogliere, entro palloncini meticolosamente sterilizzati, l'aria pura, priva di pulviscolo, delle grandi altezze; variando, con inesauribile vena inventiva, gli esperimenti, al fine di ribattere le obiezioni degli avversarî, con risultati sperimentali sempre nuovi; invitando gli avversarî ad assistere alle dimostrazioni, che egli si offriva di fare, e ad eseguire le loro, all'Accademia, dinanzi a un consesso di giudici competenti.

Ma invano egli si impegnava di dimostrare come il succo d'uva estratto dall'interno degli acini rimanesse sterile, non fermentava, mentre quello che era inquinato dai germi del lievito, esistenti sulla buccia, fermentava subito. Al momento buono, gli avversari, con futili pretesti, si sottraevano alla prova decisiva. E allora la indignazione di Pasteur era al colmo.

La disputa, che aveva rimesso a rumore i naturalisti di Europa, si chiuse, anche questa volta, non solo con notevoli perfezionamenti dei metodi di sterilizzazione, ma, sopratutto, col trionfo di Pasteur, avendo questi potuto, con l'aiuto di Chamberland, dimostrare al medico inglese Bastian, che sulle pareti dei palloni contenenti l'urina, sterilizzata mediante ebollizione, esistono germi che resistono a quella temperatura e sono capaci di moltiplicarsi e di provocare la fermentazione ammoniacale, non appena il liquido è reso alcalino.

La conclusione generale, alla quale condussero tutte queste ricerche, fu che « il polviscolo sospeso nell'aria è l'origine esclusiva, la condizione prima e necessaria della vita nelle infusioni ». E se gli avversarî affermano il contrario – egli soggiunge – è perchè « essi ignorano l'arte di sperimentare, che non è facile, perchè bisogna accostarvisi portando seco, oltre a certe qualità naturali, una lunga abitudine, che i naturalisti non hanno ai tempi nostri ». Pasteur riassunse in una formula breve e sentenziosa tutta la sua esperienza in siffatta materia, dicendo: « .... la vie c'est le germe, et le germe c'est la vie ».

*
* *

Durante le ricerche sulle fermentazioni, e le altre eseguite per risolvere il problema della generazione spontanea, Pasteur ebbe occasione di osservare che, per certi processi fermentativi e per le putrefazioni, l'aria, cioè l'ossigeno, non solo non era necessaria, ma anzi ne inibiva lo svolgimento. La fermentazione butirrica (1) della mannite, dello zucchero e dell'acido lattico, era attenuata o addirittura impedita dall'ossigeno, il quale, in eccesso, finiva per uccidere il vibrione, che ne era la causa. Similmente, il lievito di birra e quello del mosto d'uva facevano fermentare lo zucchero con produzione massima di alcool (80 90 %), solo quando l'ossigeno era presente in piccola quantità, mentre, se vi si trovava in eccesso, assai meno alcool (4–10 %) si formava, e il lievito si moltiplicava rigogliosamente. Per contro, Pasteur aveva osservato che il *Mycoderma aceti*, causa dell'acetificazione dei vini, esigeva la presenza di molto ossigeno per trasformare l'alcool in acido acetico, onde aveva escogitato, per gl'industriali di Orléans, un sistema di fabbricazione dell'aceto consistente nel far passare il vino o la soluzione alcoolica in uno strato tenuissimo su una vasta superficie esposta a una corrente continua di aria.

Esistono, dunque, esseri — egli si domandò — che possono vivere senza ossigeno libero ; per i quali, anzi, l'ossigeno libero è un veleno ? I fatti lo conducevano necessariamente a questa conclusione! Sembrandogli però inammissibile una vita senz'aria, una attività funzionale senza consumo di ossigeno, Pasteur emise l'ipotesi che gli anaerobii vivono a spese dell'ossigeno legato nelle molecole delle sostanze con le quali si trovano a contatto, particolarmente delle sostanze fermentescibili, ossigeno che sarebbe liberato durante la loro scomposizione.

La teoria della utilizzazione di ossigeno intramolecolare per spiegare la vita o la funzione anaerobica, e non solo dei microrganismi, ma anche, per es., degli elminti intestinali e di organi separati dal corpo, è ormai abbandonata; ma non posso tralasciare di soggiungere che essa ha dominato fino ai giorni nostri, e che anzi è tuttodì accettata da certi biologi che non curano d'informarsi delle più moderne vedute circa il reale significato fisiologico dei processi ossidativi aventi luogo nelle cellule viventi.

(1) Pasteur fu condotto alla scoperta della vita anaerobica del fermento butirrico esaminando al microscopio una goccia di liquido in fermentazione fra due vetrini. Egli osservò che, mentre i bastoncini contenuti nella parte centrale della goccia si muovevano agilmente a lungo, quelli che si trovavano al margine divenivano a poco a poco immobili. Non ostante che l'idea dovesse avere allora aspetto di eresia, Pasteur non si peritò di immaginare — così grande era la libertà del suo spirito — che l'immobilità del vibrione fosse causata da una azione nociva dell'aria, cioè dell'ossigeno, con cui la goccia, al margine, veniva a contatto.

D'altro canto, non solo è stato osservato che l'unico vibrione butirrico di Pasteur corrisponde a due germi distinti, il *Bactridium* e il *Clostridium butyricum*; ma è stato anche dimostrato che per essi, come per tanti altri germi, più non si può parlare, secondo Chudiakow, di intolleranza assoluta per l'ossigeno, perchè il primo cresce bene in un ambiente nel quale l'ossigeno si trovi nella proporzione del 0,13 %, e il secondo in presenza di una quantità doppia dello stesso gas. Ciò che può dirsi, dunque, è solamente, che il limite massimo della pressione parziale, oltre il quale l'ossigeno non è più tollerato, è estremamente variabile negli organismi viventi.

Rimane poi la questione se per tutti gli organismi esista anche un limite minimo, sotto il quale la vita e l'attività funzionale siano impossibili, oppure ne esistano di quelli che possano vivere in assenza assoluta di ossigeno. Ora la possibilità della vita anaerobica assoluta è dimostrata, non solo per il vibrione butirrico di Pasteur, ma anche per il *Proteus vulgaris*, per il *Coli comune*, il *B. prodigiosum* e il *bacillo tetanico*, per addurre gli esempî più noti.

Nè abbiamo bisogno più di ammettere che codesti organismi utilizzino ossigeno intramolecolare, invece di ossigeno libero, per vivere; perchè, in fondo, agli organismi, per crescere moltiplicarsi e funzionare, occorre solamente che si procaccino energia libera, e questa possono trarla benissimo (e in ciò sta essenzialmente il progresso fatto dalla fisiologia in questi ultimi tempi) da reazioni anossidative.

Ma se la teoria di Pasteur è oggi tramontata, non è men vero che a lui spetta il gran merito di aver distinto i microrganismi in aerobi ed anaerobi, obbligati e facoltativi; e di avere, inoltre, col suo spirito sommamente sintetico e generalizzatore, veduto – intuizione veramente mirabile – anche il terreno, dopo l'aria, popolato di microbi.

« Se gli esseri microscopici », egli scrisse in un luogo, « sparissero dal nostro globo, la superficie della terra rimarrebbe ingombrata di materia organica morta e di cadaveri d'ogni genere (animali e vegetali). Senza di essi, la vita diventerebbe impossibile, perchè l'opera della morte rimarrebbe incompleta ».

Infatti, è la varia popolazione microbica del terreno — onde questo è stato paragonato felicemente a un immenso organismo vivente — che promuove, prima i processi putrefattivi, per cui avviene la decomposizione delle materie organiche complesse in sostanze relativamente semplici, e poi l'ossidazione di queste, e la preparazione del nutrimento minerale dei vegetali.

Nello scritto sulla putrefazione Pasteur espose, con mirabile chiaroveggenza, l'opera assidua di questi operai microscopici, che creano la fertilità del terreno: degli anaerobii, che disintegrano le spoglie mortali degli animali e delle piante; degli aerobii, che progressivamente mineralizzano i prodotti delle putrefazioni; gli uni e gli altri lavorando in armonia ad accelerare quel groviglio di reazioni idrolitiche ed ossidative, l'analisi delle quali ha poi reso famose le ricerche di Schlösing, di Muntz e di Vinogradsky.

*
* *

« Sommamente desiderabile sarebbe », continuava Pasteur nello scritto or ora rammentato, « di condurre innanzi questi studî, per preparare la via ad un'indagine seria dell'origine delle diverse malattie ». Eccolo dunque condotto, per quel rigore logico ond'erano nella sua mente concatenati tutti i suoi pensieri, alla ricerca delle cause microbiche delle malattie dell'uomo e degli animali. Egli aveva veduto i microrganismi, giustamente ritenuti come intrusi, guastare i vini, turbare la normale fermentazione alcoolica, causare le malattie del baco da seta. Non gli rimaneva da fare se non un passo per entrare, preparato ai massimi successi, nel campo della etiologia dei morbi febrili e contagiosi.

Ma come questo passo egli fece, e quale e quanta mèsse di maravigliosi risultati raccolse, vi dirà il nostro consocio e mio illustre maestro prof. Marchiafava.

A me sia consentito solamente di rilevare con quanto entusiasmo Pasteur si accinse, nel 1865, per invito del Dumas, a studiare l'epidemia, che nel mezzogiorno della Francia devastava i bachi da seta, rovinando l'industria della sericicoltura, e con quale spirito di sacrificio condusse per cinque anni le ricerche, ancor che fosse dolorosamente provato negli affetti familiari, con la morte del padre e poi delle due figliuole Camilla e Cecilia, e perfino quando fu colpito da emiplegia, e però costretto, per un certo tempo, all'immobilità, e a sorvegliare e dirigere il lavoro dei suoi allievi con la parola, senza potervi manualmente partecipare.

Ma ai dolori e alle fatiche furono per lui balsamo e conforto ineffabile il successo e la calorosa riconoscenza di una moltitudine di bachicultori, anzi di paesi interi, quali la Francia, l'Italia e l'Austria, per essere egli in pochi anni venuto in chiaro delle cause del flagello sterminatore, e per averlo felicemente debellato, e riportato alla primitiva floridezza l'industria della seta.

Cornalia aveva già osservato al microscopio e descritto i *corpuscoli* che fanno ammalare i bachi. L'altro italiano Osimo aveva perfino consigliato il rimedio: distruggere le uova provenienti da farfalle corpuscolose. Ma dinanzi alle obiezioni di Cantoni e di altri, l'Osimo, che pur era sulla buona via, non aveva saputo perseverare nella ricerca, superare gli ostacoli, aver fede nella bontà del metodo seguìto. Furono queste virtù, mancanti agli osservatori italiani, che procacciarono il successo a Pasteur; successo ottenuto, come sempre, con mezzi semplicissimi: osservazione al microscopio dei corpi triturati delle farfalle per ricercarvi i corpuscoli di Cornalia, cioè i parassiti che sono tramandati dai genitori al seme, onde l'eredità della malattia; deposizione cellulare, cioè appartata, delle uova; distruzione delle uova deposte da farfalle corpuscolose ecc.

*
* *

Grandissime furono le scoperte scientifiche di Pasteur, che ho testè richiamato in conclusiva brevità alla vostra memoria, e le altre, di cui vi parlerà il prof. Marchiafava. Ma gloria e riconoscenza non inferiori gli procurò nel suo paese la lotta che egli per molti anni sostenne, per ottenere dal governo che le ricerche sperimentali fossero in Francia agevolate mediante la costruzione di laboratorii adeguati: perchè fosse risparmiata ad uomini come Cl. Bernard l'onta di dover lavorare in locali, che egli definì mezzo cantine, mezzo sepolcri. Un ministro della istruzione dalla mente aperta alle nuove correnti del pensiero scientifico, il Duruy, comprese, ancor che fosse di professione storico, i bisogni espressi, come sempre, con parola calda di convinzione, da Pasteur, e giunse a conquistargli la benevolenza dell'imperatore.

E Pasteur già sperava di vedere realizzati i suoi sogni, quando seppe che le promesse fattegli stavano per dileguarsi. Allora – s'era sul finire del 1867 – il suo sdegno non ebbe limiti. Scrisse un articolo rovente intitolato *Il bilancio della scienza*, e lo mandò, per la stampa, al giornale ufficiale, il *Monitore*, che, naturalmente, non potè pubblicarlo. Ma Pasteur non era uomo da perdersi d'animo. Lo pubblicò egualmente in una rivista, e lo diffuse in migliaia di esemplari per tutta la Francia. Leggiamo alcune delle più memorabili parole, che egli scrisse in quell'articolo, perchè esse hanno, come le sue scoperte, valore universale, e sono degne, non meno di queste, della considerazione di chi presiede, in ogni paese, alle sorti della scienza e della ricchezza nazionale. « Le concezioni più ardite », scrisse Pasteur, « le più alte speculazioni non prendono un corpo e un'anima se non il giorno in cui sono consacrate dall'osservazione e dall'esperienza. Laboratorii e scoperte sono termini correlativi. Sopprimete i laboratorii, e le scienze fisiche diventeranno l'immagine della sterilità e della morte. Esse non saranno più se non scienze d'insegnamento, limitate e impotenti, e non scienze di progresso e di avvenire. Rendete loro i laboratorii, e con esse risorgerà la vita con la sua fecondità e la sua potenza.

« Fuori dai laboratorii il fisico, il chimico (e il fisiologo, oserò io aggiungere) sono soldati senz'armi sul campo di battaglia.

« ... Richiedete, dunque, che (i laboratorii) siano moltiplicati e arredati: sono i templi dell'avvenire, della ricchezza e del benessere. È là che l'umanità diviene grande, si fortifica e diventa migliore.

« ...Vi sono popoli, sui quali è passato il soffio salutare di queste verità »; e citava la Germania, l'Austria, la Baviera, l'Inghilterra, l'America, mentre in Francia — e che dire dell'Italia? — nulla si era fatto per promuovere le scienze sperimentali.

La calda e vibrata invocazione ebbe l'effetto desiderato. Un consiglio di scienziati illustri, tra i quali erano Milne-Edwards, Cl. Bernard, Enrico Sainte-Claire

Deville e lo stesso Pasteur, fu convocato a corte, e presieduto dall'imperatore in persona; e in esso furono deliberati quei provvedimenti, che poi via via condussero all'ampliamento o alla costruzione dei laboratorii della Sorbonne, del Collège de France, dell'École normale, e infine alla creazione del grande Istituto Pasteur, con le sue varie filiazioni.

***

Il movimento che suscitò — ahimè troppo tardi! — la nobile iniziativa di Pasteur, coadiuvato dal ministro Duruy, non potè tuttavia risparmiare alla Francia, tre anni dopo, l'onta della sconfitta. Fu allora che Pasteur scrisse l'altro suo articolo, intitolato *Perchè la Francia non ha trovato uomini superiori nel momento del pericolo*, nel quale non si sa se è più lo sdegno per «l'oblio, il disprezzo che la Francia aveva avuto per i grandi lavori del pensiero, particolarmente nelle scienze esatte», o la carità della patria umiliata: dal quale evidente veniva fuori la conclusione che la vittoria delle armi teutoniche era stata preparata nei laboratorii scientifici della Germania (1).

Quest'ultimo aspetto completa la figura morale di Pasteur, che ci apparisce per tanto amantissimo della patria, non meno che della famiglia e della scienza. Egli seppe infatti comporre e fondere in una passione sola la famiglia, la scienza e la patria, e fare della sua vita un'armonia sublime.

Ma la scienza fu per lui sopra ogni cosa, alla cima del suo intelletto. In essa trovò il conforto ai dolori provati per la famiglia e per la patria, il rifugio più fido e più sicuro nelle lotte sostenute per la verità. E fu per siffatta concentrazione del pensiero sui problemi scientifici affrontati, che egli ebbe la virtù, come scrisse incisivamente Biot, di *rischiarare tutto ciò che toccava* (« *Il éclaire tout ce qu'il touche* »). Ed è per la somma ingente dalle sue scoperte, per la vivida luce ond'egli illuminò la natura, che io amo oggi di raffigurarmi Pasteur come un puro eroe dei tempi moderni, la fiaccola in una mano, incedere, esploratore infaticabile, pei campi sterminati, ma ancora impervii, della scienza sperimentale, e dissodarne molti, e molti altri lasciarne alla gioia delle generazioni future.

Fil. Bottazzi.

(1) Nel 1870 la Francia fu vinta, perchè impreparata a sostenere la lotta con la Germania sul campo scientifico. Nell'ultima grande guerra, invece, gli alleati hanno potuto alla fine vincere gl'imperi centrali perchè i loro laboratorii scientifici sono stati messi rapidamente in grado di opporre ai mezzi distruttivi inventati dai tedeschi, mezzi distruttivi non meno potenti.

Discorso del Socio prof. ETTORE MARCHIAFAVA

In quest'omaggio di ammirazione devota che l'Accademia dei Lincei offre alla memoria del suo antico Socio Luigi Pasteur, a me fu dato l'onore di parlare di Lui nei suoi lavori, che furono fecondi di quelle scoperte meravigliose, onde la medicina fu illuminata, rinnovata, beneficata; come da altre scoperte trassero inestimabili vantaggi l'agricoltura e le industrie.

Già dalla sua teoria dei germi nelle fermentazioni, ciascuna delle quali è correlativa alla presenza e alla moltiplicazione di esseri organizzati specifici, che il grande chimico Liebig, pur conoscendoli, considerava come un *mirage trompeur;* dalla dimostrazione che le varie malattie dei vini, della birra, dell'aceto (1) sono egualmente provocate da germi distinti per ognuna di esse, Pasteur s'innalzava con il pensiero ad una visione che oltrepassava la frontiera degli argomenti fino a quell'ora da lui studiati: *lorsqu'on voit*, egli diceva, *la bière et le vin éprouver de profondes altérations parce que ces liquides ont donné asile à des organismes microscopiques qui se sont introduits d'une manière invisible et fortuitement dans leur intérieur, où ils ont ensuite pullulé, comment n'être pas obsédé par la pensée que des faits du même ordre peuvent et doivent se présenter quelquefois chez l'homme et les animaux?* In queste parole è il germe di tutte le scoperte successive di Pasteur!

Alla luce di quelle rivelazioni inattese e della confutazione sperimentale vittoriosa della generazione spontanea (2) non rimasero indifferenti quei pochi medici che ne compresero l'alto valore nella biologia e ne furono stimolati a ricerche o a meditarne l'applicazione alla patologia e alla stessa pratica. Così

(1) Durante la guerra del 1870–1871 Pasteur non potendo, dopo l'attacco cerebrale sofferto, combattere come soldato, a Clermont Ferrand, nel laboratorio del suo discepolo Duclaux, continuò le sue ricerche sulle malattie dei vini, della birra e dell'aceto e loro cura a vantaggio delle industrie nazionali; non inventò gas asfissianti per distruggere gli uomini, ma si preparava con quei studî a salvarli dalle insidie di esseri invisibili generatori di malattie letali!

(2) Il dibattito intorno la generazione spontanea che aurava da secoli si protrasse fino al 1876. In una seduta dell'Accademia delle scienze di quell'anno, Fremy sosteneva ancora che le cellule del fermento nascessero per generazione spontanea dalle materie azotate delle sostanze fermentescibili. Finalmente i sostenitori della generazione spontanea furono ridotti al silenzio dalla potenza invincibile delle prove e delle penetranti e lucide argomentazioni di Pasteur, il quale così mantenne la parola data quando diceva: *or tant que la doctrine des générations spontanées, pourra opposer à la doctrine contraire une seule objection sérieuse on peut s'attendre a la voir reparaître... C'est une de ces questions que l'on peut comparer au monstre de la Fable, à plusieurs têtes sans cesse renaissantes. Il faut les détruire toutes* ». E tutte le distrusse!

Davaine, sorpreso dalla somiglianza fra il batterio della fermentazione butirrica descritto da Pasteur e il batterio da lui veduto nel sangue degli animali carbonchiosi, fu indotto a credere che questo fosse realmente il parassita del carbonchio e a fare ricerche sperimentali per istudiarne l'azione patogena. Ma fu G. Lister, il valoroso chirurgo scozzese, il quale venne nella convinzione che se tutte le decomposizioni fermentative e putride sono opera di esseri viventi che dal mondo esterno penetrano nelle sostanze decomponibili, si poteva ragionevolmente supporre che le complicazioni delle ferite, che non si sapeva nè prevenire nè curare efficacemente, fossero provocate da germi viventi depositati alla loro superficie dalla polvere dell'atmosfera, dalle mani dei chirurghi, dalle fasce: e allora guidato da questo pensiero, iniziò, con fede e con l'arte che gli era propria, il nuovo trattamento delle ferite diretto ad escludere i germi dalla loro superficie con il successo che tutti sanno e che Lister nel 1874 comunicava a Pasteur in una lettera piena di ammirazione e di riconoscenza facendogli invito di visitare l'ospedale, ove egli era chirurgo, perchè avesse la ricompensa migliore ai suoi lavori scientifici nel vedere in quale modo il genere umano ne fosse stato già beneficato.

E più tardi Sedillot, il noto chirurgo francese, dopo una lunga esperienza, affermava che i successi e gl'insuccessi della chirurgia trovano una razionale spiegazione nei principî, sui quali riposa la teoria dei germi di Pasteur, onde è sorta la chirurgia nuova.

Quando Pasteur dimostrò che la fermentazione ammoniacale della orina è provocata, come le altre fermentazioni, da un fermento organizzato, che decompone l'urea in carbonato di ammoniaca, la medicina, che aveva ricercato invano la causa di quella fermentazione, imparò che quando si verifica nell'uomo vivente, i germi devono invadere la vescica orinaria dall'esterno, indagò le vie e i mezzi della penetrazione e seppe ciò che doveva fare allo scopo di prevenirla.

Questi i precipui non piccoli benefizi che derivarono alla medicina dai lavori scientifici di Pasteur fuori del campo della patologia animale; ma ben altri e maggiori dovevano scaturire dai lavori, che a quelli seguirono.

Nel riandare la storia della medicina con meraviglia si leggono le antiche felici intuizioni sulla natura parassitaria di alcune malattie dell'uomo cominciando da quelle di M. T. Varrone e poi a quelle non meno sorprendenti del medico romano G. M. Lancisi; se non che esse si smarrirono nelle nebbie delle superstizioni, delle speculazioni fatali al progresso, e non misero radici perchè, pure essendo intuizioni geniali del vero, mancavano del fondamento della osservazione diretta e dell'esperimento, mancavano, cioè, della prove. Sono degni di considerazione gli sforzi di uomini volenterosi e convinti, diretti a questo fine: essi peraltro rimasero sulla via, senza raggiungere la meta. « *En fait de science*, diceva Pasteur, *le sentiment n'est rien, les preuves sont tout* ». Ora queste prove era riserbato a Pasteur di darle sicure, potenti, inoppugnabili

vittoriose di ogni scetticismo, con abilità tecnica meravigliosa creando metodi, processi, istrumenti nuovi di sperimentazione. Ed egli non fu pago di ciò, di avere cioè stabilito sopra fondamenta perpetue la sua teoria dei germi; ma volle che la scienza nuova fosse ricca di frutti benefici: quando egli diceva che la soddisfazione per un ricercatore di avere scoperto nuovi veri diventa assai maggiore quando sa renderli utili agli uomini, ripeteva press'a poco l'antica sentenza: *nisi utile est quod facimus, stulta est gloria.*

Convinto della suprema importanza del metodo nelle indagini sperimentali, senza il quale si lavora indarno, egli amava i suoi metodi che praticava con arte insuperata: *avec la confiance dans les méthodes dont nous faisons usage* egli soleva dire. Che i suoi metodi di ricerca meritassero le sua piena fiducia lo dimostrarono i risultati che con essi furono raggiunti.

Quando di fronte ad una epidemia di una malattia del baco da seta, la così detta Pebrina, nei dipartimenti del Mezzogiorno della Francia, l'illustre chimico Dumas, incaricato del Senato a provvedere, si rivolse al suo antico allievo perchè accettasse l'incarico di studiare la malattia, conoscerne le cause e trovare i mezzi di prevenirle. Pasteur esitò, adducendo che non aveva mai veduto un baco da seta. *Tant mieux*, gli rispose Dumas, che ne conosceva l'eccezionale valore e l'abilità tecnica, *vous n'aurez ainsi d'autres idées que celles qui viendront de vos propres observations.*

Le ricerche di Pasteur e dei suoi collaboratori, oltremodo interessanti in tutte le loro particolarità, durarono cinque anni e i precipui risultati ne furono: che la Pebrina è una malattia provocata realmente dai corpuscoli parassitari scoperti dall'italiano Cornalia (del quale scienziato Pasteur elogia la nota competenza nella bacologia), corpuscoli che si moltiplicano nel corpo delle larve e delle farfalle; che la malattia è contagiosa e si prende per la ingestione, per la inoculazione, per l'aria: che si trasmette ai discendenti per la penetrazione dei corpuscoli nel protoplasma delle uova: che infine la profilassi consiste nella eliminazione delle uova delle farfalle, che siano riconosciute infette dai corpuscoli di Cornalia.

Per la patologia umana sono particolarmente interessanti due fatti: i varî modi del contagio, che fanno riscontro a ciò che avviene nelle malattie contagiose dell'uomo e la trasmissione ereditaria proprio per la infezione delle cellule germinali, la quale avviene, sebbene raramente, in alcune malattie infettive dell'uomo e nelle malattie di alcuni insetti trasmissibili all'uomo.

Oltre alla Pebrina Pasteur studiò un'altra malattia del baco da seta, la così detta *Flaccidezza* dovuta, secondo Pasteur, ad una alterazione delle foglie di gelso per un vibrione sporigeno, il quale con altri microrganismi è causa di fermentazioni abnormi nel canale intestinale, onde la malattia. Quei bachi che resistono alla malattia rimangono deboli e danno discendenti di costituzione fiacca, vittime predestinate della flaccidezza. Onde alla eredità germinativa della Pebrina, Pasteur oppose la eredità della predisposizione frequente a vedersi nell'uomo.

Sulla luce che viene alla dottrina della eredità dalle ricerche di Pasteur sulle malattie dei bachi da seta ha fortemente insistito Giuseppe Sanarelli nel discorso « Pro Pasteur » pronunziato nel 1895 all'università di Montevideo, nella quale egli era professore d' Igiene.

È dovere ricordare un'altra malattia del baco da seta, il così detto *Calcino*, perchè l'italiano Agostino Bassi ne scoprì la causa in una crittogama chiamata poi *Botrytis Bassiana*. L'autore della scoperta, come dice G. B. Grassi nella sua storia dei progressi della Medicina negli ultimi cinquant'anni, si levò pure in alto con il suo pensiero e ne deduceva che come quella malattia del baco da seta era dovuta ad un parassita, altrettanto dovesse essere delle malattie contagiose dell'uomo e anche delle infezioni chirurgiche. Queste di Agostino Bassi devono essere aggiunte alle sapienti intuizioni degli antichi, con la differenza che originarono dal riconoscimento di una malattia parassitaria degli animali.

Nel termine delle sue ricerche sulle malattie del baco da seta Pasteur diceva: — *si l'on rapprochait ces taches de Pebrina de certaines maladies humaines... que d'inductions intéressantes se présenterait à des esprits préparés!* ».

E quale spirito poteva essere più preparato di lui a svelare quei misteri, che in quelle induzioni gli si affacciarono alla mente? Possiamo ben giudicarlo dal lavoro già compiuto e da queste sue parole, dalle quali si argomenta in quali incertezze erano le menti dei medici prima che Pasteur cominciasse i suoi lavori di patologia animale: una scuola afferma che *la maladie est en nous, de nous, par nous*. tutto quindi sembra spontaneo in patologia; un'altra scuola sostiene che per molte malattie la trasmissione è necessaria: quale interesse non vi sarebbe ad uscire una buona volta da queste incertezze! E continua: *depuis long temps je suis tourmenté par le désir d'aborder l'examen de quelques-uns des graves problèmes qui soulèvent les doutes qui précèdent. Mais etranger aux connaissances médicales et vétérinaires, j'ai hesité jusque à présent, par la crainte de mon insuffisance.*

Ebbene, quest'uomo superiore, senza essere nè medico nè veterinario, guidato dal suo genio divinatore e dalla sua abilità tecnica, superò ogni ostacolo e imparò ai medici e ai veterinari a risolvere ardui problemi di patologia e accese un faro, che mai si spegnerà nella nuova via della scienza e della pratica della medicina.

In alcune malattie infettive si erano già osservati microrganismi nel sangue. Ma si domandava: in quale rapporto sono con le malattie? ne sono la causa, l'effetto, o rappresentano un epifenomeno? Il problema fu risoluto da Pasteur con lo stesso metodo adoperato per la selezione dei fermenti: cioè con l'*isolamento* dei diversi germi patogeni per mezzo delle *culture frazionate*, in mezzi nutritivi adatti ai diversi microrganismi, onde dimostrarne l'attitudine a vivere e a moltiplicarsi fuori dell'organismo; e poi *con la riproduzione* della malattia per la inoculazione della cultura dei microrganismi che erano stati

trovati in quella malattia: microrganismi ridotti, dopo numerosi passaggi di cultura in cultura, allo stato di purezza, cioè spogliati di tutte le materie eterogenee che eventualmente li avessero accompagnati nelle prime culture.

Dimostrata così con certezza la natura patogena specifica dei microrganismi Pasteur ideò e trovò i metodi, onde attenuarne la virulenza per trasformarli in agenti patogeni miti, preservatori dal contagio malefico, come avviene del vaccino in rispetto al vaiuolo: il grande esperimento offerto dalla Natura e che Jenner seppe comprendere. Egli adunque s'impadronì dei microbi patogeni, di facile cultura nel corpo degli animali e dell'uomo, li coltivò fuori degli organismi viventi, riprodusse negli animali le malattie corrispondenti e poi ne attenuò e ne soppresse il potere deleterio con varî mezzi obbligandoli, pur continuando a vivere, ad essere non più gli agenti della malattia e della morte ma della preservazione dai microbi in piena letale virulenza.

Si conosceva dalle osservazioni mediche la variabilità della virulenza in natura com'era dimostrato dal vario *genio epidemico* di alcune malattie contagiose p. e. della influenza la quale dopo lunghi periodi di epidemie miti si manifesta, in modo repentino, in pandemie gravi con spaventevole mortalità come avvenne nel 1918. Ora Pasteur, e questa è una delle sue grandi scoperte, pose nelle mani degli sperimentatori i metodi atti a produrre la variabilità della virulenza dei germi patogeni, in modo da potersi negli animali provocare epidemie sperimentali della gravezza che si vuole, da quelle letali a quelle che, dopo lieve malattia, conferiscono la immunità.

Dalle scoperte fondamentali ora ricordate trassero origine tutte quelle fatte posteriormente, in breve volgere di tempo, sulla etiologia delle malattie infettive, le ricerche intorno al complesso problema della immunità, della quale Pasteur, il primo, espresse una interpretazione e poi la sieroterapia che dà la immunità passiva e le vaccinazioni che danno l'immunità attiva contro molte malattie infettive. E tutti i progressi della igiene non ebbero forse il punto di partenza dalle rivelazioni di Pasteur? Quando le malattie infettive si ritenevano di origine interna diatesica, o di natura spontanea zimotica, l'igiene rimaneva quasi inerte, quasi rassegnata alla ineluttabile fatalità: oggi invece, consapevole, sa come deve essere organizzata la lotta per la prevenzione di quelle malattie. Pasteur diceva: *tout est caché, obscur et matière à discussion quand on ignore la cause des phénomènes*; *tout est clarté quand on la possède.* Vengono alla mente, leggendo queste parole, i versi di Virgilio:

Felix qui potuit rerum cognoscere causas
atque omnes metus et inexorabile fatum
Subiecit pedibus strepitumque Acherontis avari.

I progressi, che hanno arricchito il patrimonio della scienza non sorprendono tanto le nuove generazioni; ma bisogna risalire ai tempi non molto remoti delle sole speculazioni, delle incertezze delle aberrazioni intorno la patologia delle

infezioni, per comprendere l'altissimo valore dell'opera di Pasteur, onde in grande parte il rinnovamento moderno della medicina.

Sarà sempre d'istruzione, di vivo interesse, di godimento intellettuale la lettura delle memorie e delle comunicazioni di Pasteur, circa 200, che si trovano nei *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* dal 1855 al 1885 (1), il periodo più operoso e più luminoso della sua vita scientifica. Si segue in ordine cronologico il progresso, nella varietà degli argomenti, dei suoi lavori, ciascuno dei quali significa un passo e anche più passi in avanti nel cammino della scienza. La prima comunicazione è sull'alcool amilico: l'ultima sul metodo di prevenire la rabbia dopo il morso e fra le due comunicazioni di argomenti così disparati è un graduale armonico passaggio, una connessione, una concatenazione che tutti li avvince, dai primi lavori di chimica alle varie fermentazioni, alla confutazione sperimentale della dottrina della generazione spontanea, ai microrganismi anaerobi delle fermentazioni e delle malattie, alle ricerche sopra i germi di esseri viventi microscopici nell'atmosfera, nella terra e nell'acqua, alle malattie dei vini, della birra e dell'aceto, alle malattie del baco da seta e poi ai grandi lavori sulla etiologia di molte malattie infettive degli animali e dell'uomo e sull'attenuazione dei virus a scopo profilattico. E al termine dello studio di tutti questi lavori pieni di dimostrazioni chiare e semplici di verità nuove di fondamentale importanza, talune quasi aspettate da secoli dalle antiche intuizioni, d'induzioni, che, con la visione di nuovi orizzonti, fanno prevedere la dimostrazione di altre verità non ancora uscite dal mistero; di principii scientifici che s'innalzano alle leggi della vita: di ricerche dalle quali, appena cominciate come dice Pasteur, *un monde nouveau s'y révèle*, di applicazioni di utilità inestimabile particolarmente alla medicina, non si può non rimanere profondamente ammirati avanti la luce di quell'altissimo intelletto e alla sua operosità meravigliosa piena di entusiasmo, dimostrata dalle opere lasciate e ripetere a Pasteur le parole che Lister gli diresse nel Congresso di Medicina di Copenhagen «veramente non esiste nel mondo un altro uomo, cui la scienza medica sia più debitrice che a Voi» (2).

Nello studio del colera dei polli, malattia contagiosa e mortale prodotta da un microorganismo già veduto da Perroncito, ebbero principio le scoperte di Pasteur sull'attenuazione dei virus con artificii di coltura. L'attenuazione

(1) Altri lavori di Pasteur si trovano nei *Comptes rendus de l'Académie de Médecine*, di cui Pasteur era socio, e in altre riviste e giornali scientifici. — Ora tutte le opere di Pasteur saranno raccolte in sette volumi dagli editori Masson et C.ie È certo peraltro che le comunicazioni più importanti si trovano nei *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

(2) *Truly there does not exist in the whole world an individual to whom Medical Science owes more than to you. Thanks to you surgery has undergone a complete revolution which has deprive it of all his terrors and has increased its efficacy to an utmost unlimited extent* (Congresso medico intern. a Copenhagen 1884).

nel colera dei polli avveniva lasciando esposta all'aria pura per molti mesi la cultura del microrganismo patogeno senza nuovi passaggi nei liquidi di cultura senza inquinamento possibile del loro contenuto. Con la inoculazione di queste culture, delle quali si poteva conservare il vario grado di attenuazione, con dosi gradatamente crescenti, gli animali, dopo lieve malattia, acquistavano l'immunità alle culture più virulente. Pasteur ritenne che la graduale diminuzione delle virulenza si dovesse alla presenza dell'ossigeno nell'aria pura delle culture e lo dimostrò perchè le culture prive di quantità sufficiente di ossigeno conservavano l'antica virulenza, anche oltre il tempo sufficiente ad attenuarla od estinguerla nelle culture esposte all'aria pura: anche dopo alcuni anni. Si trova nelle memorie sul colera dei polli che il nome di *virus vaccini* ai virus attenuati preservativi fu dato primamente da Pasteur, perchè la loro azione è come quella del vaccino di Jenner che preserva dal vajuolo.

Nel mondo degli esseri viventi infinitamente piccoli Pasteur fu il primo a riconoscere forme determinate con determinate proprietà fisiologiche e si avvide che alcuni non possono vivere e moltiplicarsi senza la presenza dell'ossigeno libero, mentre altri non ne hanno bisogno e lo sottraggono a certe combinazioni poco stabili onde la decomposizione di queste. Da ciò la distinzione dei microrganismi in aerobi ed anaerobi. In una seduta dell'Accademia delle scienze il socio Trécul con molte obbiezioni si dichiarò contrario a questa classificazione. Pasteur da ultimo troncò la discussione con queste parole: *ma classification est ce qu'elle est. Acceptez-la ou rejetez-la, cela vous regarde. Pour moi elle est excellente* ».

Fra gli anaerobi si trovano microrganismi che sono causa di fermentazioni, come il vibrione della fermentazione butirrica e microrganismi patogeni fra i quali, il primo, scoperto da Pasteur, è il vibrione settico sporigeno identico al bacillo dell'edema maligno descritto poi da altri batteriologi, vibrione che fu coltivato in mezzi nutritivi con l'esclusione dell'aria. Nel 1888, nel laboratorio di Pasteur, Roux e Chamberland dimostrarono che il vibrione settico sviluppa nelle culture prodotti chimici solubili che danno alle cavie l'immunità contro il vibrione virulento.

Traendo forse l'ispirazione dalle note modificazioni del virus vajuoloso in varî organismi animali, Pasteur pensò che le modificazioni della virulenza dei virus potessero aversi, oltre che per gli artificii di cultura, con il passaggio dei virus nell'organismo di varî animali. Così nel così detto mal rosso dei suini prodotto da un bacillo sottilissimo, che Pasteur coltivò nel brodo di vitella, si ebbe l'attenuazione del virus patogeno con i passaggi nell'organismo dei conigli, nei quali, come si esprime Pasteur, il virus si acclimata e scema la sua virulenza; mentre se ne aveva la esaltazione nell'organismo dei piccioni, così che il virus di questi diventava per i suini più deleterio dei prodotti più infettanti di un animale morto di mal rosso. Il virus, invece, modificato nei

conigli, dava ai suini la resistenza al virus più virulento, anche a quello dei piccioni. Onde a Pasteur si deve, con il metodo nuovo di vaccinazione, la dimostrazione sperimentale dell'importante principio delle variabilità della virulenza dei virus con il passaggio da un animale ad un altro, con l'acclimatazione dei microbi nei varî organismi; principio che servì di guida ad altre più importanti ricerche ed a considerazioni di alto significato biologico per le leggi generali della vita.

Nello stesso tempo che Pasteur si dedicava alle ricerche ora ricordate rivolse pure il suo studio ad alcune malattie infettive dell'uomo fra le quali l'osteomielite acuta e maggiormente la febbre puerperale, recandosi egli stesso negli ospedali e nelle sale delle autopsie per fare la cultura dal sangue del vivente e dalle raccolte purulente nel vivente e nel cadavere. Nella osteomielite acuta trovò un microrganismo, che dalla descrizione (*petits points sphériques fréquemment en amas, en paquets*) si ravvisa essere lo stafilococco, identico a quello del foruncolo: nella febbre puerperale il microrganismo predominante da lui descritto (*parasite en longs chapelets de grains flexibles*) si riconosce essere lo streptococco e fu coltivato dalle raccolte purulente e dal sangue. Pasteur non ammette un microrganismo specifico della febbre puerperale e ritiene che sia provocata da microrganismi comuni di origine esogena, i quali dalla superficie dell'utero e dalle lacerazioni penetrano per i vasi sanguigni e linfatici a determinare la infezione con le varie lesioni, con le varie localizzazioni. Onde le profilassi della febbre puerperale è fondata, dice Pasteur, sul metodo antisettico. Gli studî posteriori hanno confermato quelli di Pasteur; tuttavia alla fine della sua memoria sull'argomento, cioè sulla estensione della teoria dei germi ad alcune malattie comuni dell'uomo, egli diceva: *J'ai exposé les faits comme ils m'ont apparu et j'en ai hasardé des interprétations; mais je ne me dissimule pas que sur le terrain médical il est difficile de se soustraire entièrement à des préoccupations subjectives; je n'oublie pas davantage que la médecine et la vétérinaire me sont étrangères. Aussi j'appelle de tout mes voeux les jugements et la critique. Peu tolérant pour la contradiction frivole ou de partis pris, dédaigneux du scepticisme vulgaire qui érige le doute en système, je tends les bras vers le scepticisme militant qui fait du doute une méthode et dont la règle de conduite a pour devise « encore plus de lumière ».*

Il metodo di Pasteur dell'attenuazione dei virus ebbe il suo primo grande trionfo nel Carbonchio, malattia contagiosa degli ovini e dei bovini trasmissibile all'uomo, il cui microrganismo patogeno, veduto primamente da Davaine e Rayer, fu coltivato in terreni solidi da Roberto Koch, il quale dimostrò nei bacilli la formazione delle spore resistenti e da queste la germinazione dei bacilli similmente a ciò che Pasteur aveva già veduto nel vibrione settico.

La obbiezione di due medici Joillard e Leplat che le inoculazioni di sangue di animale morto di carbonchio uccide i montoni senza che si riesca a vedere nel sangue di questi il batterio di Davaine e, inoltre, la dimostrazione di

P. Bert che l'ossigeno compresso uccide i bacilli del carbonchio in una goccia di sangue, rimanendo questa provocatrice della malattia, fece rimanere, almeno in Francia, aperta la questione della specificità patogena del batterio trovato nel sangue degli animali carbonchiosi. Ma fu risoluta in breve tempo da Pasteur con la coltura del bacillo del carbonchio in terreni di cultura liquidi – orina, brodo – e con la riproduzione della malattia con le culture divenute pure dopo ripetuti passaggi. A Jaillard e Leplat rispose che il sangue da loro inoculato era di animali carbonchiosi morti da più di dodici ore e quindi invaso da un altro germe, il vibrione settico, proveniente dall'intestino e provocatore di una setticemia mortale più rapida di quella del carbonchio e a P. Bert osservò che se l'ossigeno compresso uccide i bacilli, risparmia le spore resistenti onde la persistenza della virulenza del sangue.

Dimostrato adunque che il batterio coltivato era veramente la causa del carbonchio, riuscì a Pasteur di averne l'attenuazione con un artificio di cultura; mantenendo, cioè, la cultura in brodo di pollo a + 42–43° in presenza dell'aria pura, senza che fosse più possibile la formazione delle spore resistenti. I bacilli del carbonchio nelle culture, prima di perdere la virulenza, percorrono diversi stadî di attenuazione; ciascuno dei quali si può conservare, si può fissare con le culture ripetute. Così Pasteur potè avere a sua disposizione più razze del bacillo carbonchioso di vario grado di virulenza e ne scelse due razze, una di molto debole, l'altra di elevata virulenza e inoculando prima la debole, e, dopo 14 giorni la più virulenta ai montoni, questi acquistavano la immunità alle più virulente culture di carbonchio.

La celebre decisiva esperienza fatta nel 1881 a Pouilly le Fort si può riassumere così: 25 montoni una capra e 6 vacche furono vaccinati con il metodo Pasteur; altrettanti animali non furono vaccinati. Eseguite le inoculazioni del virus carbonchioso virulento a tutti gli animali vaccinati e non vaccinati, dopo 48 ore tutti i vaccinati erano in buona salute; dei non vaccinati i 25 montoni e la capra morti, le vacche gravemente ammalate. Tutto avvenne come aveva preveduto Pasteur in un programma convenuto con la Società di agricoltura di Melun e a coloro, che, prima della grande esperienza, gli muovevano qualche rimprovero d'imprudenza scientifica, Pasteur, sebbene tranquillo per le numerose esperienze già fatte, rispondeva che la fortuna favorisce gli spiriti preparati: *audentes fortuna juvat.*

Nel corso delle indagini sull'attenuazione del virus del carbonchio Pasteur s'incontrò in particolarità importanti, fra le quali il fatto che il virus del carbonchio attenuato, innocuo per le cavie, per i conigli e per i montoni, con un primo passaggio nelle cavie di un solo giorno di vita, e poi con successivi passaggi in animali di sempre maggiore età riprendeva il primiero grado di virulenza. Così anche il microbo del colera dei polli quando ha perduto per questi la sua virulenza, la riacquista per il passaggio negli organismi dei piccoli uccelli. Un'altra particolarità è che le spore dei bacilli attenuati e col-

tivati con i metodi ordinarii, sviluppano bacilli dello stesso grado di attenuazione dei bacilli nei quali si sono formate, onde da una parte il principio, dice Pasteur, da aggiungersi alle leggi naturali, della esistenza di tanti germi quanti sono i gradi di virulenza in certi esseri viventi e dall'altra parte la importanza pratica di virus vaccini fissati nelle spore e trasportabili senza possibile alterazione. La possibilità del ripristinarsi della virulenza nei germi attenuati è occasione a Pasteur di acute considerazioni intorno alla insorgenza e al decorso delle epidemie.

Dopo tali e altre conquiste nei campi della scienza e della pratica, sebbene la sua salute non fosse così buona com'egli la meritava, non si riposò sugli allori, ma stimolato dal desiderio fervente, fuoco sacro, che mai si estinse, di aggiungere nuove verità a quelle già rivelate con un lavoro ininterrotto, continuò nella sua vita operosa e benefica seguendo l'impulso della sua mente e del suo cuore.

Con il suo spirito preparato seppe trarne profitto dalle occasioni fortunate che gli porgevano il materiale per nuove ricerche, preferendo quelle che al valore scientifico aggiungessero l'utilità pratica. A questo proposito giova ricordare come ebbero principio, continuarono, si compirono, con un successo immortale, le ricerche sulla rabbia, perchè valgono a dimostrare come nel progredire del lavoro si andasse affinando, con la intuizione, il genio della osservazione e della sperimentazione con la immutata impavida energia di fronte agli ostacoli e con la perseveranza paziente serena fino al raggiungimento del fine che si era proposto.

Un chirurgo di un ospedale di Parigi, il D. Lannelongue, nel dicembre 1880 fa sapere a Pasteur che un fanciullo di 5 anni malato d'idrofobia era nel suo servizio. Pasteur, dopo breve tempo, è all'ospedale indicato e inocula due conigli con il muco della bocca del fanciullo idrofobo già cadavere. Dopo 34 ore i conigli erano morti e la inoculazione del loro sangue e della loro saliva apportò la morte ad altri conigli. Il sangue di questi animali era gremito da microrganismi non ancora veduti da Pasteur, i quali isolati e coltivati riproducevano nei conigli e nei cani la malattia mortale. Pasteur si domandò: questa malattia nuova in quale rapporto è con la rabbia ond'era affetto il fanciullo la cui saliva aveva servito per la prima inoculazione nei conigli? Si tratta forse del modo di manifestarsi della rabbia in quegli animali modificata dopo il passaggio dal cane all'uomo? Non mancarono le incertezze, i dubbi, le esitazioni; ma la critica severa, acuta di Pasteur e nuove esperienze fecero palese che la nuova malattia nulla ha che fare con la rabbia; provocata, cioè, da un microrganismo, che frequentemente si trova nella saliva dell'uomo, riconosciuto poi identico a quello della polmonite, la cui azione patogena è nel coniglio assai più rapida di quella del virus della rabbia.

Con la scoperta di questa malattia nuova, fatta nel principio delle ricerche sulla rabbia, Pasteur non si arrestò ma volle proseguire la impresa ini-

ziata diretta a svelare uno di quei misteri avanti ai quali Pasteur diceva: *l'humilité la plus grande est une obbligation en face de ces mystères.* Non riuscendo la inoculazione della saliva di uomo rabbioso a riprodurre negli animali la rabbia, Pasteur pensò che il virus doveva pure trovarsi nei centri nervosi, dalle cui alterazioni scaturisce la terribile sindrome della idrofobia nell'uomo e negli animali: ma tutti i tentativi di cultura del germe rabbioso dai centri nervosi riuscirono vani a Pasteur come a tutti i ricercatori successivi (1). E allora non essendo riuscita la cultura del virus, se questo aveva realmente sede nei centri nervosi non si poteva provare ad attenuarlo là dov'era, sebbene invisibile, come si era fatto, per altri virus noti e visibili? Questo fu il pensiero che guidò Pasteur nelle indagini ulteriori. E nel corso di queste trovò che il metodo sicuro di riprodurre la rabbia negli animali era la inoculazione sotto durale, alla superficie del cervello, con la emulsione dei centri nervosi degli animali rabbiosi e che nel passaggio del virus da coniglio a coniglio si ha una esaltazione graduale del virus e, corrispondentemente, una diminuzione graduale del periodo d'incubazione, il quale dalla durata di tre settimane si riduce alla durata minima di 7 giorni. Quest'esperienze si ripeterono per più di tre anni e così si ebbe sempre pronto un *virus fisso* di azione rapida, di purezza perfetta, costante nella sua virulenza trasmissibile da un coniglio all'altro senza la necessità di avere nuovi cani rabbiosi. Questo risultato è, come dice Pasteur, il nodo pratico della questione. Ora nel midollo di quei conigli rabbiosi, conservato in aria secca, scema gradatamente la virulenza fino ad estinguersi completamente dopo 15 giorni: questo fatto è, come dice Pasteur, il punto scientifico del metodo. A questo modo, come per le culture dei microrganismi attenuati, Pasteur, in possesso delle varie gradazioni di virulenza, che dal midollo fresco assai virulento digrada al midollo attenuatissimo di 15 giorni, cominciò le sue esperienze di vaccinazione sopra i cani avanti e dopo la infezione sperimentale o il morso di cani rabbiosi con le inoculazioni successive di midolli di virulenza crescente. Ora i cani così trattati erano vaccinati, cioè refrattarii alla rabbia sia per il morso sia per la inoculazione sottodurale. Nel luglio 1885 Pasteur aveva nel suo Istituto 50 cani vaccinati contro la rabbia senza alcun insuccesso, quando, condotto dalla madre, si presentò il fanciullo Giuseppe Meister, (nome ormai celebre come quello del primo fanciullo vaccinato da Jenner) con quattordici morsicature in varie parti del corpo, alcune profonde, ricevute da un cane rabbioso due giorni prima. *La mort de cet enfant*, disse Pasteur nella sua Comunicazione all'accademia delle scienze nel 26 ottobre 1885, *paraissant inevitable, je me*

(1) Forse come i microrganismi dalla rabbia devono considerarsi quei corpicciuoli descritti dal nostro compianto Negri nel protoplasma delle cellule nervose del cervello, corpicciuoli di forme svariate e suggestive della loro natura parassitaria la cui presenza, ad ogni modo, è un mezzo prezioso di diagnosi della rabbia.

décidai, non sans vives et cruelles émotions, on doit bien le penser, à tenter sur Joseph Meister la méthode qui m'avait constamment réussi sur les chiens. E con la fede nella scienza, con alto sentimento umano, cominciò il trattamento diretto a determinare nell'organismo del fanciullo lo stato refrattario alla rabbia durante il periodo d'incubazione avanti lo sviluppo dei primi sintomi: dopo tredici iniezioni, quelle degli ultimi giorni con virus virulento, avvenne nell'uomo ciò che si era verificato nel cane: il fanciullo Meister era divenuto refrattario non solo alla rabbia inoculatagli con i morsi ricevuti ma eziandio alla rabbia inoculata da Pasteur per controllo della immunità dovuta al trattamento, rabbia più virulenta di quella del cane della strada. Il lavoro intimo, ancora misterioso, per dare quella immunità attiva al virus rabbioso si compiva quando questo era già penetrato nell'organismo del fanciullo, durante il primo periodo della incubazione; la profilassi della rabbia dopo il morso del cane rabbioso: questo è l'ultimo grandioso trionfo di Pasteur!

Alla fine della sua comunicazione Pasteur aggiunse di avere incominciato la cura preventiva in un pastore di 15 anni, il quale, vedendo un cane dall'andatura sospetta lanciarsi contro un gruppo di sei suoi compagni più piccoli di lui, con coraggio e presenza di spirito, affronta il cane e, sebbene morsicato e sanguinante in ambedue le mani, lo atterra, gli lega il muso con la cordicella della sua frusta e l'uccide con uno dei suoi zoccoli. Di quella seduta dell'Accademia delle Scienze memorabile nella storia della medicina, fra l'ammirazione e la commozione degli accademici, non commuove anche oggi il ricordo di Pasteur che, quasi dimentico della sua gloria, nobile e semplice, non dimentica di esaltare l'eroismo del pastorello del Giura?

La notizia del metodo Pasteur della cura preventiva della rabbia dopo il morso, diffusa rapidamente, destò un sentimento di profonda e riconoscente ammirazione ovunque, ma vie più in quei paesi ove la rabbia faceva vittime frequenti. Non mancarono a Pasteur, per alcuni insuccessi inevitabili, da parte specialmente di alcuni dei suoi colleghi francesi, i giorni torbidi della diffidenza, dei sospetti, delle ironie; ma il trionfo del suo metodo non indugiò ad affermarsi solenne, come è confermato omai dai risultati manifesti negli istituti antirabbici, che sono in ogni parte del mondo civile, compreso quello di Roma, cui accorrono i morsicati da cani rabbiosi con la sicurezza di essere salvati dalla spaventevole e sempre letale malattia.

La riconoscenza di tutto il mondo si rese manifesta con una sottoscrizione internazionale, alla quale si deve il grande Istituto Pasteur inaugurato da Lui con un discorso dal quale si rivelava tutta la grande anima sua nei fervidi voti, con la fiducia in Dio, di un avvenire di pace e di lavoro che guidi gli uomini a migliori destini e la scienza, obbediente alle leggi dell'umanità, operi sempre per allargare le frontiere della vita. Io non ebbi la fortuna di assistere a quella inaugurazione, ma io vidi la nobile figura di Luigi Pasteur nel settembre del 1883 al Congresso internazionale d'Igiene

di Ginevra, ove egli fece la relazione sull'attenuazione dei virus a nome anche dei suoi valorosi collaboratori Chamberland, Roux e Thuillier e ricordo bene il silenzio profondo, l'attenzione religiosa durante quella comunicazione e l'entusiasmo degli applausi alla fine delle parole: *les principes généraux* (dell'attenuazione dei virus) *sont trouvés et on ne saurait se refuser a croire que l'avenir, dans cet ordre des recherches, est riche de plus grandes espérances.*

Quando due anni prima della sua morte gli si resero solenni onoranze, e fu una vera apoteosi, per festeggiare il settantesimo anno di sua età, non solo dalla Francia ma pure da uno stuolo di discepoli ed ammiratori, di tutte le parti del mondo, il grande Maestro, agli amici, che lo circondavano esprimeva con tristezza il rammarico che sentiva mancargli le forze per continuare nella sua operosità: come se dal lavoro da lui compiuto, che poteva dare la gloria a molti scienziati non si fosse già iniziata un'era nuova di Sapere e di Bene. Perchè Pasteur, da verace pioniere, si era inoltrato in regioni della scienza, forse intuite, ma ancora inesplorate, piene di misteri e che tali sarebbero rimaste chi sa per quanto tempo se Egli non fosse venuto a rivelarle ad illuminarle con il suo spirito penetrante e sicuro con la sua geniale abilità. Pasteur poteva ben ripetere con il poeta della Roma di Augusto:

« *Libera per vacuum posui vestigia princeps*
Non aliena meo pressi pede... »

Un suo discepolo e collaboratore, il prof. Grancher, in una Conferenza su l'opera di Pasteur, fatta all'Associazione degli studenti nel 1892 terminava: *lorsque dans un millier d'années un médecin parlera a ses élèves de la marche et de l'évolution de la médecine il citera, avant tous les autres, ces deux noms immortels: Hippocrate et Pasteur.* Io vorrei dire che alla memoria di Pasteur gli uomini saranno fedeli, come lo sono da venticinque secoli, a quella del Padre della medicina e che Pasteur ebbe come Ippocrate, con il genio, l'amore fervido del lavoro veramente fecondo di bene per l'umanità e per questo avrà la gloria più bella, più pura e più durevole.

E. Marchiafava.

MEMORIE E NOTE DI SOCI

Biologia. — *Nuovi contributi alla biologia degli anofeli.* Nota del Socio B. Grassi.

Mentre nell'Italia settentrionale è eccezionale il caso di trovare anofeli non ibernanti nel colmo dell'inverno, invece nell'Agro Romano la percentuale degli ibernanti è molto più bassa di quella dei semibernanti. Questi ultimi si presentano in condizioni differenti, cioè:

1°) magri, con uova press'a poco piccole come negli individui neonati, e o a mezza digestione, o a digestione quasi compiuta, o vuoti;

2°) in via di ingrassare, con uova press'a poco come negli individui neonati, e o pieni di sangue, o a mezza digestione o a digestione quasi compiuta, o vuoti;

3°) con uova a mezzo sviluppo e a mezza digestione, ovvero con uova mature, o quasi e a digestione compiuta, o quasi.

Si consulti in proposito la tabella alla fine di questa Nota.

Dalla stessa tabella e da altri dati, che per brevità non riporto, risulta anche che nei mesi di dicembre e di gennaio, sopratutto nella seconda metà di dicembre e nella prima metà di gennaio:

1°) la percentuale degli individui pieni di sangue si abbassa moltissimo;

2°) il numero degli individui vuoti e magri è sempre considerevole, e tutto fa ritenere che si tratti di individui nutritisi e non ingrassati, probabilmente per la maggiore attività del loro metabolismo, imposta dall'ambiente;

3°) il numero degli individui mezzo grassi e con uova piccole è più considerevole di quello degli individui grassi;

4°) gli individui col sangue a mezza digestione e colle uova in via di sviluppo, ovvero colle uova mature o mancano, o sono vere rarità; è probabile che anch'essi si debbano comprendere tra i semibernanti (ved. più avanti).

Furono raccolti nel basso Padovano in principio di novembre numerosi anofeli grassi: portati a Roma e lasciati liberi in una camera del laboratorio vennero usufruiti per le seguenti esperienze.

Il 18-XII si è constatato che in parte erano già diventati magri: come dirò più avanti nella stessa località dov'erano stati raccolti, due mesi e mezzo più tardi gli anofeli si presentavano ancora grassi: il dimagramento di quelli trasportati a Roma era perciò anticipato. Si cominciò subito a tentare di farli pungere: alcuni nonostante ripetute prove, non ne vollero sapere e morirono.

Altri si decisero finalmente a succhiare, ma anch'essi morirono prima di completare la digestione e senza che le uova ingrandissero.

Più tardi (fine di dicembre e gennaio) pungevano molto più facilmente, ma si comportavano in modo diverso, a seconda della temperatura dell'ambiente.

Alcuni dopo di essersi ripetutamente nutriti, tenuti al caldo, cioè, a 27°-28° in stufetta, ovvero nel taschino del panciotto, maturarono le uova e anche le depositarono, ma in queste uova per lo più non si distinguevano camere d'aria (1) e, anche se si distinguevano (ciò accadde in una deposizione) andavano al fondo e non si sviluppavano, nonostante che la femmina fosse fecondata (i moltissimi individui da noi esaminati nel passato inverno erano tutti fecondati). (La suddetta circostanza mi fa ritenere che anche gli individui che si trovano, come ho detto più sopra, in natura colle uova in via di sviluppo, o già grosse depongano uova incapaci di svilupparsi).

Altri anofeli nelle stesse condizioni di temperatura dopo di essersi ripetutamente nutriti, non maturavano le uova, ma non ingrassavano.

Altri tenuti in ambienti chiusi e non riscaldati (per es. uno tenuto in gabbietta in un corridoio del laboratorio dal 6 al 20 gennaio) hanno digerito completamente il sangue, sviluppando pochissimo grasso e senza che le uova ingrandissero.

All'aperto, dopo perfino 15 giorni, sembrava che non avessero ancora cominciata la digestione; alcuni di buon mattino si trovavano caduti nel fondo della gabbietta e sembravano morti, ma messi in ambienti un po' tepidi subito ripigliavano vita.

Altri infine diventarono grassi dopo di aver mangiato varie volte. Ciò si verificò in quelli che erano tenuti in gabbietta nelle stanze del laboratorio, che venivano leggermente riscaldate. Quest'ultimo sperimento è interessante perchè dimostra che gli anofeli dimagrati possono ridiventare grassi.

Conviene soggiungere che gli anofeli grassi non dimostrano mai di aver sete e che la sete comincia subito, appena dimagrano, come si rileva facilmente negli stanzini in cui si tengono vivi.

È lecito perciò sospettare che negli anofeli grassi (ibernanti) gli sporozoiti alla lor volta possano ibernare per poi al sorgere della primavera accendere nuove infezioni, quando i rispettivi ospitanti dimagrati riprendono a pungere. Per mettere alla prova questa ipotesi, alla fine di febbraio abbiamo esaminato 310 anofeli ancora grassi o quasi, raccolti nel basso Padovano in località molto malarica; non ne abbiamo trovato nessuno infetto, ma le osservazioni vogliono essere ripetute anche nell'Europa media prima di venire ad una conclusione definitiva.

In complesso dagli sperimenti fatti risulta che nei suddetti individui dimagrati prematuramente l'ingrandimento delle uova si verifica più facilmente

(1) Mi viene il dubbio che appartenessero alla specie *elutus*.

in gennaio che in dicembre, ma avviene patologicamente. Soltanto al principio di febbraio le uova cominciano a maturare normalmente, maturazione che richiede alcuni pasti.

Come ho accennato qui e altrove, l'ingrassamento, che nell'Italia media è limitato ad una certa percentuale, nell'Italia settentrionale è generale ed è inoltre di grado maggiore e dura molto più a lungo, ciò che deve mettersi almeno in parte in rapporto colla temperatura più fredda. Prospettato da questo punto di vista il fenomeno dell'ingrassamento potrebbe sembrare secondario. Potrebbe sorgere però anche il dubbio che nell'Italia media soltanto gli individui ingrassati (veri ibernanti) arrivassero a passare l'inverno e a depositare uova normali e che quelli non ingrassati o solo parzialmente (semibernanti) morissero prima del febbraio. Io non ho avuto modo di eliminare questo dubbio, ma lo ritengo infondato per il grandissimo numero di individui che sarebbero condannati a morte senza proliferare.

Il Roubaud nella sua geniale Memoria: *Études sur le sommeil d'hiver pré-imaginal des muscides*, pubblicata nel *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, tome LVI, fascicule 4 (1923), annuncia che l'ibernazione dei Culicidi di sesso femminile (*Culex pipiens*, *Anopheles claviger*) dev'essere considerata come un fenomeno di astenobiosi ciclica determinante l'arresto della attività riproduttrice. « Le generazioni ultime della stagione subiscono gli effetti di un'intossicazione ereditaria che si traduce collo sviluppo del grasso e l'inibizione delle gonadi. Il periodo di atermobiosi invernale realizza la cura escretrice che permette la riattivazione degli ovari, come essa permette nelle larve asteniche delle Muscide, quella dell'embrione imaginale ». L'A. promette una Memoria sull'argomento ed io l'attendo prima di pronunciarmi definitivamente in proposito. Non posso tuttavia tacere fin d'ora che a me sembra difficile ridurre la diapausa qui sopra illustrata tutta ad un'intossicazione ereditaria e a una cura escretrice. Ricordo in proposito che anche l'*A. bifurcatus* (1) può ingrassare. Orbene questa specie di anofele, come è noto, presenta una lunga diapausa nei mesi più caldi e la generazione che ingrassa è la prima che comparisce dopo questa diapausa: ma più comunemente, gli individui invece che ingrassare vanno incontro alla maturazione delle uova.

* * *

Ad illustrazione dei fatti sopra enumerati riporto in una tabella un saggio dei dati da me raccolti.

(1) Ho verificato che gli *A. superpictus* ingrassano come i *claviger* (San Giovanni Incarico: Italia media).

TABELLA.

Anofeli catturati a Fiumicino e a Porto.

I nn. 1–10 riguardano femmine fecondate.

N. 1. — Magre, piene di sangue e con uova piccole.
» 2. — Magre con sangue a mezza digestione e con uova di media grandezza.
» 3. — Magre con sangue quasi totalmente digerito e con uova grandi.
» 4. — Magre senza sangue e con uova mature o quasi.
» 5. — Magre senza sangue e con uova piccole.
» 6. — Grasse senza sangue e con uova piccole.
» 7. — Mezzo grasse senza sangue e con uova piccole.
» 8. — Grasse con sangue quasi totalmente digerito e con uova piccole.
» 9. — Magre con sangue quasi totalmente digerito e con uova piccole.
» 10. — Magre con sangue a mezza digestione e con uova piccole.
» 11. — Maschi.

DATA	N. 1	N. 2	N. 3	N. 4	N. 5	N. 6	N. 7	N. 8	N. 9	N. 10	N. 11
26 novembre 1921	8	0	0	0	12	6	10	0	0	0	0
28 » »	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1° dicembre »	0	0	0	0	11	64	37	0	0	0	0
10 » »	5	0	0	0	21	18	12	0	0	0	0
12 » »	44	0	0	0	122	8	53	0	0	10	0
13 » »	3	0	0	0	13	10	18	0	0	0	0
14 » »	1	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0
15 » »	1	0	0	0	2	3	5	0	0	0	0
17 » »	2	0	0	0	5	22	17	5	6	0	0
19 » »	4	0	0	0	19	13	7	0	3	0	0
27 » »	5	0	0	0	15	5	10	0	3	0	0
3-4-5 febbraio 1922	6	2	1	0	22	4	0	0	0	0	0
6 » »	6	1	2	0	6	0	0	0	0	0	0
9 » »	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0
10 » »	1	3	2	0	2	0	1	1	0	0	0
15 » »	1	4	1	2	1	0	1	0	0	0	0
18 » »	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0
19 » »	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20 » »	8	10	5	4	11	0	5	0	4	0	0
21 » »	2	2	0	2	2	0	1	0	3	0	0
24 » »	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
25 » »	62	9	3	0	11	0	1	0	0	0	0
28 » »	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0

DATA			N. 1	N. 2	N. 3	N. 4	N. 5	N. 6	N. 7	N. 8	N. 9	N. 10	N. 11
1	marzo	1922	30	10	1	0	2	0	0	0	0	0	0
2	»	»	13	10	4	0	3	0	0	0	0	0	0
3	»	»	9	14	12	0	3	0	0	0	0	0	0
4	»	»	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
6	»	»	3	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0
7	»	»	20	6	1	2	4	0	0	0	0	0	0
8	»	»	8	4	4	6	1	0	0	0	0	0	0
9	»	»	12	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0
16	»	»	7	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0
17	»	»	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	»	»	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	»	»	9	12	4	11	1	0	0	0	0	0	0
21	»	»	5	4	9	11	0	0	0	0	0	0	0
29	giugno	»	70	3	0	3	38	0	0	0	0	0	73
30	»	»	237	114	20	0	11	0	0	0	0	0	84
1°	luglio	»	73	69	62	13	11	0	0	0	0	0	81
16	ottobre	»	120	12	2	0	137	43	33	17	37	0	74
17	»	»	285	7	10	0	357	134	85	37	73	0	89
24	»	»	190	4	7	0	128	118	63	82	78	0	17
14	novembre	»	106	0	0	0	47	240	59	32	39	0	0
15	»	»	21	0	0	0	9	59	66	14	9	0	0
21	»	»	67	1	0	1	26	25	41	22	14	0	0
11	dicembre	»	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0
12	»	»	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	»	»	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
14	»	»	5	0	0	0	7	3	5	0	0	0	0
22	»	»	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0
28	»	»	0	0	0	0	10	8	2	0	0	0	0
29	»	»	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
30	»	»	0	0	0	0	2	4	12	0	0	0	0
2	gennaio	1923	2	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0
3	»	»	4	0	0	1	28	10	20	2	0	0	0
4	»	»	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
4	»	»	0	0	0	0	2	6	9	0	0	0	0
5	»	»	0	0	0	0	4	17	20	0	0	0	0
8	»	»	1	0	0	0	18	30	109	0	0	0	0
10	»	»	4	0	0	0	23	42	118	2	1	0	0
11	»	»	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0
12	»	»	2	0	0	1	16	23	46	1	0	0	0
13	»	»	8	0	0	2	16	9	13	1	0	0	0
15	»	»	2	0	0	1	11	12	43	1	0	1	0
23	»	»	7	0	0	2	9	9	10	5	1	0	0
31	»	»	7	0	0	0	40	9	60	6	3	2	0
1°	febbraio	»	2	0	0	0	7	22	18	1	0	0	0

Chimica. *Sopra le reazioni di alcuni derivati aromatici* (1). Nota del Socio A. Angeli.

La presente Nota rappresenta un sèguito di quelle che in questi ultimi anni ho comunicate sopra lo stesso argomento. Vi ho raccolti e coordinati nuovi dati sperimentali, ottenuti in precedenza da altri autori, dati i quali portano ulteriori conferme alla regola da me esposta, secondo la quale due sostituenti, situati in posizione orto ovvero para di uno stesso anello aromatico, in molte reazioni si comportano come se fossero congiunti direttamente fra di loro:

$$A — C_6H_4 — B \qquad A — B$$

Nelle righe che seguono ho anche posto in rilievo che la regola stabilita per i sistemi costituiti da un solo anello aromatico, ovvero da due anelli aromatici congiunti fra loro da catene non sature caratteristiche, sembra che si possa altresì estendere ad alcuni derivati della chinolina e quindi, con tutta probabilità, alla piridina stessa.

Mobilità di alcuni atomi di alogeno.

Come è noto, un grande numero di derivati alogenati possono venire ricristallizzati da alcool bollente, senza subire nessuna decomposizione: così p. es. l'acido bibromocinnamico:

$$C_6H_5 \cdot CH\,Br \cdot CH\,Br \cdot COOH,$$

si mostra perfettamente indifferente a questo solvente anche a caldo.

Parecchi anni or sono il compianto Alfredo Werner (2) ha fatto l'osservazione interessante che quelli acidi bibromocinnamici, che in posizione orto ovvero para, rispetto alla catena laterale, contengono un atomo d'idrogeno sostituito con un alcossile, p. es, il metossile, mostrano un contegno del tutto diverso.

Infatti l'acido p-metossibibromocinnamico, per semplice riscaldamento con alcool, perde subito il solo atomo di bromo situato in posizione α rispetto all'anello aromatico, ed in suo luogo si porta il residuo etossilico:

$$(CH_3O) \cdot C_6H_4 \cdot CH\,Br \cdot CH\,Br \cdot COOH + C_2H_5 \cdot OH =$$
$$= (CH_3O) \cdot C_6H_4 \cdot CH\,(OC_2H_5) \cdot CH\,Br \cdot COOH + H\,Br,$$

Un comportamento analogo è stato osservato quasi contemporaneamente da G. Goldschmiedt per il caso di alcuni derivati clorurati, che in posizione

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica Organica del R. Istituto di Studi Superiori in Firenze.

(2) Berliner Berichte, *39* (1906), pag. 27.

para contengono il gruppo metossilico ovvero biossimetilenico (1); anche queste sostanze, per semplice ebollizione con alcool, scambiano l'alogeno con l'etossile:

$$(CH_3O)\cdot C_6H_4\cdot CH\,Cl \qquad\qquad (CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot CH\,Cl$$
$$\qquad\qquad | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad |$$
$$C_6H_5\cdot CH\cdot CO\cdot CH_2\cdot C_6H_5 \qquad\qquad C_6H_5\cdot CH\cdot CO\cdot CH_2\cdot C_6H_5$$

Invece i derivati alogenati, analogamente costituiti ma privi di alcossile, ricristallizzano inalterati dall'alcool bollente.

Il caso, come si vede, è perfettamente analogo a quello descritto da Werner.

Non mi è stato difficile trovare, nella letteratura, dei dati sul comportamento dei corrispondenti termini della serie alifatica, nei quali cioè il gruppo alcossilico è direttamente congiunto all'atomo di carbonio che porta l'alogeno.

Infatti Litterscheid e Thimme (2), per semplice riscaldamento dell'etere clorometilico con alcool, hanno realizzata la trasformazione

$$(CH_3O)\cdot CH_2\cdot Cl + C_2H_5\cdot OH = (CH_3O)\cdot CH_2\cdot OC_2H_5 + HCl;$$

ed Henry l'altra, impiegando alcool metilico (3):

$$(CH_3O)\cdot CH_2\cdot Cl + CH_3\cdot OH = (CH_3O)\cdot CH_2\cdot OCH_3 + HCl.$$

Anche in questi casi l'atomo di alogeno viene sostituito dai residui degli alcool, e perciò essi corrispondono esattamente a quelli descritti da Werner e da Goldschmiedt per i derivati aromatici alogenati contenenti l'alcossile in posizione orto ovvero para (4):

$$(CH_3O)\,(C_6H_4)\cdot CH\,Cl \qquad\qquad (CH_3O)\cdot CH_2\,Cl.$$
$$\downarrow$$

Influenza esercitata da gruppi negativi.

Alcune interessanti esperienze, descritte da E. Kleucker (5), hanno dimostrato che il cloruro di p-nitrobenzile, per azione della potassa, è in grado di dare un sale:

$$Cl\cdot CH_2\cdot(C_6H_4)\cdot NO_2 \longrightarrow Cl\,CH : C_6H_4 : NOOK$$

(1) Berliner Berichte, *39* (1906), pag. 651.

(2) Annalen, *334*, 8.

(3) Berichte, *26*, Ref. 933.

(4) In alcuni casi la presenza dell'alcossile in posizione para sembra invece che ostacoli altre reazioni: così p. es., mentre il benzonitrile reagisce facilmente col bromuro di fenilmagnesio, io ho trovato che il nitrile piperonilico rimane in gran parte inalterato all'azione di questo reattivo. Sopra queste ricerche e sulle conseguenze che se ne possono dedurre riferirò in altra comunicazione.

(5) Berichte, *55* (1922), 1635.

che corrisponde a quello che fornisce il nitrometano, nel quale metile e nitrogruppo sono direttamente uniti fra di loro:.

$$CH_3 \cdot NO_2 \longrightarrow CH_2 : NOOK,$$

Kleucker accenna pure alla facilità con cui l'etere crotonico si condensa con l'etere ossalico (1) per dare

$$C_2H_5 \cdot CO_2 \cdot CH = CH \cdot CH_2 \cdot CO_2 \cdot C_2H_5$$

e cita il caso dell'etere glutaconico nel quale il gruppo metilenico può venire sostituito con metili, reagisce con acido nitroso, cloruro di diazobenzolo etc. (2).

Inoltre W. Borsche pose in rilievo (3) la grande facilità di reagire che il gruppo nitrico in orto e para impartisce al gruppo metilenico, p. es. in

$$NO_2 \cdot C_6H_4 \cdot CH_2 \cdot CO_2 \cdot C_2H_5,$$

ciò che non si verifica quando il gruppo aromatico non contiene tale residuo negativo.

Le belle ricerche di A. Reissert hanno inoltre dimostrato (4) che solamente l'orto ed il paranitrotoluolo sono in grado di fornire sali per azione del cloruro mercurico. Così da o-nitrotuolo ottenne il composto

$$(NO_2 \cdot C_6H_4 \cdot CH_2)\, HgCl,$$

Ed in seguito alle esperienze di I. U. Nef (5) era noto da molto tempo che anche il nitroetano è in grado di fornire un composto analogo:

$$(NO_2 \cdot CH \cdot CH_3)\, HgCl,$$

Il sale che fornisce il nitrometano non venne esaminato perchè troppo esplosivo, e perciò venne analizzato solamente un sale basico (6).

(1) Lawport C., 1900, II, 173.

(2) Henrich, Berichte, *32* (1899), 670.

(3) Berichte, *42* (1909), 1310 e 3596

(4) Berichte, *40* (1907), 4209.

(5) Annalen, 280 (1894); 263.

(6) Nel suo bel lavoro Kleucker dice che considerazioni analoghe a quelle, che io ho pubblicate sopra il comportamento reciproco dei gruppi situati nelle posizioni orto e para di un anello aromatico, gli vennero esposte privatamente dal suo maestro, il compianto prof. I. Thiele, e che alle stesse considerazioni è accennato anche nella dissertazione di laurea del dott. Hans Wappes, pubblicata a Strassburgo nel 1918.

A questo riguardo io mi limito ad osservare che non posso tenere conto di comunicazioni fatte privatamente e che in ogni caso la mia prima Nota sopra questo argomento è comparsa in questi Rendiconti nel 1917, vale a dire un anno prima della dissertazione del dott. Wappes.

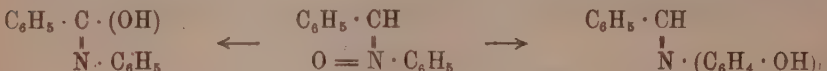
Migrazione di ossigeno dall'azoto al carbonio.

Ai numerosi casi, cui ho accennato nelle precedenti comunicazioni, aggiungerò i seguenti i quali sono caratterizzati per la facilità con cui si compiono:

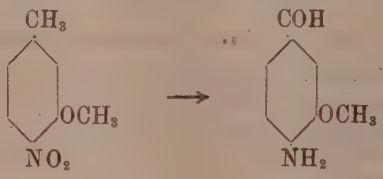
E. Bamberger ha trovato (1) che basta un lieve riscaldamento perchè il derivato, nel quale i sostituenti si trovano in posizione orto, subisca la trasposizione:

D'altra parte G. Heller (2) ha osservato che basta sciogliere in ammoniaca il nitrile (ortoderivato) perchè si compia la reazione:

Oltre a quelle che vengono presentate dal nitrometano, alle quali ho accennato nelle Note precedenti, queste migrazioni dell'atomo di ossigeno ricordano, come si vede, anche le seguenti:



La reazione poi descritta da E. Khotinsky (3),

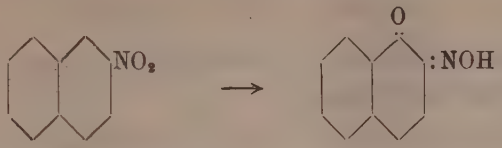


è identica a quella che può subire l'aldeide priva di metossile.

Anche le migrazioni di ossigeno dal residuo nitrico agli atomi di carbonio dell'anello aromatico sono analoghe a quelle che presentano le idros-

(1) Berichte, *51* (1918), 615.
(2) Berichte, *39* (1906), 2335.
(3) Berichte, *42* (1909), 3097.

silammine aromatiche ovvero gli azossiderivati: così pure quella effettuata da I. Meisenheimer (1) per azione della potassa alcoolica:



Senza dubbio è da intendersi nello stesso modo anche la trasformazione del nitrobenzolo in o-nitrofenolo effettuata da A. Wohl (2) per mezzo della potassa a caldo: in una prima fase si formerà o-nitrosofenolo che successivamente viene ossidato a nitroderivato.

Azione di ossidanti e di riducenti.

Come è noto, la fenilnitrammina (acido diazobenzolico), presenta in soluzione alcalina, una grande stabilità al permanganato; e lo stesso comportamento io l'ho riscontrato (3) per il caso del *β*-para-azossifenolo, da me ottenuto (4). Invece la nitrosofenilidrossilammina e l'*α*-para azossifenolo di E. Bamberger riducono immediatamente il permanganato.

Queste analogie di comportamento risaltano subito confrontando le rispettive formole di struttura, le quali mostrano che i due azossifenoli differiscono dalle altre due sostanze per inserzione di un anello aromatico fra l'atomo di azoto e l'ossidrile.

Sono stabili al permanganato:

$C_6H_5 \cdot N{=}N(OH)$ (O) e $C_6H_5 \cdot N{=}N(C_6H_4) \cdot OH$ (O)

acido diazobenzolico — *β*-azossifenolo

Sono instabili al permanganato:

$C_6H_5 \cdot N{=}N(OH)$ (O) e $C_6H_5 \cdot N{=}N(C_6H_4) \cdot OH$ (O)

nitrosofenilidrossilammina — *α*-azossifenolo

Come io ho osservato ancora molti anni or sono, i nitriti che sono sta-

(1) Berichte, *36* (1903), 4164.
(2) Berichte, *32* (1899), 3486.
(3) Gazzetta chimic., *51* (1921), pag. 35.
(4) Questi Rendiconti, *23* (1914), 1° sem, 557.

bili al permanganato (ben si intende, in soluzione alcalina) vengono invece ossidati dal ferricianuro di potassio:

$$ON \cdot OH \longrightarrow O_2N \cdot OH$$

Questa stessa ossidazione si può effettuare per mezzo del ferricianuro anche nel caso del p-nitrosofenolo,

$$ON \cdot (C_6H_4) \cdot OH \longrightarrow O_2N \cdot (C_6H_4) \cdot OH,$$

nel quale gli stessi gruppi sono separati dall'anello aromatico.

Come ho posto in rilievo in precedenti comunicazioni per azione dell'idrogeno, nelle opportune condizioni tanto l'ossigeno che il chinone possono fornire rispettivamente acqua ossigenata ed idrochinone:

$$O : O = HO \cdot OH$$
$$O : C_6H_4 : O = HO \cdot C_6H_4 \cdot OH$$

Ognuno vede che nell'idrochinone i due ossidrili sono separati dall'anello aromatico. In entrambi i casi la reazione è reversibile.

Sempre nel caso dell'ossigeno e del chinone, è stato possibile realizzare una reazione perfettamente analoga, quando, invece dell'idrogeno, si impieghi il trifenilmetile. Infatti I. Schmidlin, I. Wohl e H. Thommen (1), facendo reagire questa sostanza con l'ossigeno, hanno ottenuto un perossido,

$$2\,(C_6H_5)_3 \cdot C + O : O = (C_6H_5)_3 \cdot C \cdot O - O \cdot C\,(C_6H_5)_3,$$

nello stesso modo che, impiegando il chinone, sono pervenuti non già a complessi labili, come fanno altri chetoni, ma bensì all'etere trifenilmetilico dell'idrochinone,

$$2\,(C_6H_5)_3 \cdot C + O : C_6H_4 : O = (C_6H_5)_3 \cdot C \cdot O \cdot C_6H_4 \cdot O \cdot C\,(C_6H_5)_3,$$

che corrisponde perfettamente al perossido avuto dall'ossigeno.

Le reazioni dei nitrili, degli indoli e di alcune metilchinoline.

Le belle ricerche di W. Wislicenus hanno dimostrato che molti nitrili reagiscono facilmente con etere ossalico, etere nitroso, etere nitrico etc.

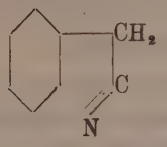
Così, facendo reagire l'etere ossalico sopra il propionitrile, venne realizzata la condensazione (2)

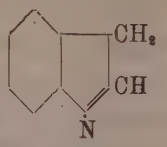
$$\begin{matrix} CN \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!CH_2 + (CO_2\,C_2\,H_5)_2 = \begin{matrix} CN \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!CH \cdot CO \cdot CO_2 \cdot C_2H_5 + C_2H_5 \cdot OH,$$

e nello stesso modo si comportano il cianuro di etilene, il cianuro di p-xilile (3) etc.

(1) Berichte, *43* (1910), pag. 1298.
(2) W. Wislicenus e W. Silberstein, Berichte, *43* (1910), pag. 1825.
(3) W. Wislicenus e H. Elvert, Berichte, *43* (1910), pag. 228.

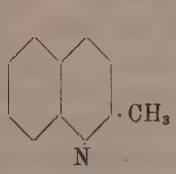
Le medesime reazioni si possono estendere al cianuro di benzile ed anche agli indoli, che in questo caso reagiscono secondo la forma tautomera (1)

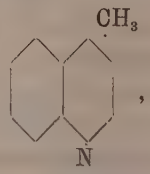




È facile comprendere che questa facoltà di reagire dei gruppi metilenici è dovuta alla immediata vicinanza del doppio ovvero del triplo legame fra carbonio ed azoto.

Dal punto di vista che ci occupa sono molto interessanti le reazioni perfettamente analoghe che W. Wislicenus e E. Kleisinger (2) hanno potuto realizzare partendo dalle metilchinoline. Questi autori infatti hanno trovato che anche i metili situati nelle posizioni α e γ della chinolina, vale a dire della chinaldina e della lepidina, che corrisponderebbero, rispetto all'atomo di azoto, ai derivati orto e para





possono reagire nell'identico modo con l'etere ossalico in presenza di etilato potassico; la β-metilchinolina invece, che corrisponderebbe al derivato meta, come hanno posto espressamente W. Wislicenus e H. Elvert (3), rimane del tutto indifferente all'azione dell'etere ossalico. Trova così una nuova conferma anche la regola stabilita da W. Königs (4), secondo la quale nelle condensazioni aldeidiche i metili situati in α e γ della chinolina hanno una facoltà di reagire che non si riscontra negli isomeri β-derivati.

Qualunque sia la struttura che si voglia attribuire alla chinolina, e quindi anche alla piridina, queste reazioni mostrano che nella molecola di tali sostanze devono essere contenuti legami carbonio-azoto che equivalgono a quelli presenti nei nitrili ovvero a quello contenuto nella forma tautomera dell'indolo.

Le due metilchinoline rispetto all'etere ossalico si comportano quindi in modo identico a quello riscontrato da A. Reissert per l'orto ed il paranitrotoluolo; anche in questo caso il derivato meta rimane completamente inerte.

(1) Angeli. Memorie Lincei (1911), pag. 437.
(2) Berichte, *42* (1909), pag. 1140.
(3) Berichte, *42* (1909), pag. 1144.
(4) Berichte, *34* (1901), pag 4326.

Chimica. — *Sopra la formazione di alcune azidi* [1]. Nota del Socio A. Angeli e di Antonio Pieroni.

Come è stato posto in rilievo in una breve comunicazione fatta recentemente a questa Accademia [2], facendo reagire l'idrossilammina sopra la soluzione alcalina di alcune p-nitrosammine della forma

$$R.N:C_6H_4:NOH,$$

si perviene con tutta facilità a prodotti cristallini colorati in giallo chiaro, per i quali si possono prendere in considerazione le seguenti formule di struttura:

(1) $R.NH.C_6H_4.N:N\vdots N$

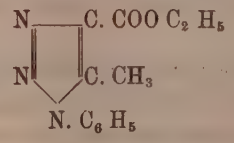
(2) $R.N:C_6H_4:N\vdots N:NH$

(3) $R.N(NH):C_6H_4:N\vdots N$

Tutte e tre sono in accordo col fatto che le nuove sostanze, per riduzione, forniscono le ammine

$$R.NH.C_6H_4.NH_2;$$

ma la (2) e la (3) sono poco probabili per la ragione che con acido nitroso dànno composti che hanno il carattere di vere nitrosoammine: infatti, secondo la (2), le sostanze avrebbero una struttura analoga a quella dell'acido azotidrico, il quale, come ha trovato Thiele, viene immediatamente decomposto dall'acido nitroso. La (3) poi non è in accordo col fatto che le nuove sostanze forniscono facilmente derivati del triazolo, nell'anello dei quali sono contenuti tre atomi di azoto uniti direttamente fra di loro. Le belle ricerche di O. Dimroth hanno dimostrato che questa reazione è caratteristica delle azidi [3]; queste sostanze infatti reagiscono con tutta facilità, in presenza di etilato sodico, sopra i composti del tipo dell'etere acetacetico, malonico etc., per dare derivati del triazolo: così partendo da etere acetacetico e fenilazide, si ha il prodotto

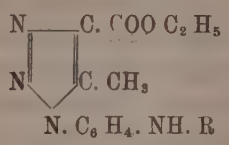


[1] Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica organica del R. Istituto di Studi Superiori di Firenze.

[2] Questi Rendiconti, vol. *32* (1923), 1° semestre, pag. 151.

[3] Berliner Berichte, *35* (1902), pag. 1029 e seg.

Ora noi abbiamo trovato che i nostri composti, a parità delle condizioni descritte da Dimroth, reagiscono nell'identico modo con etere acetacetico per dare i derivati analogamente costituiti:



Da ciò segue che alle sostanze da noi ottenute spetta realmente la forma (1).

Degno di considerazione è il modo di formarsi di queste azidi.

Che i veri nitrosoderivati, come p. es. il nitrosobenzolo

$$C_6H_5.NO,$$

possano reagire con l'idrossilammina per fornire diazoidrati

$$C_6H_5.N_2OH$$

è noto da molti anni, in seguito alle interessanti esperienze di E. Bamberger (1), A. Hantzsch (2) e H. von Euler (3); ma nel nostro caso, operando in soluzione alcalina, nella p-nitrosodifenilammina, invece del nitrosogruppo, è contenuto il residuo isonitroso, ciò che spiega anche la proprietà, che ha questa sostanza, di fornire sali intensamente colorati in giallo aranciato: in altre parole, è da considerarsi come derivato chinonico:

$$C_6H_5.N:C_6H_4:NOH,$$

essendo poco verosimile l'altra forma, del pari chinonica:

$$C_6H_5.N:C_6H_4:NH:O.$$

Nel caso nostro sarebbe quindi necessario ammettere che l'idrossilammina si sommi, in una prima fase, ai doppi legami chinonici per dare un composto diazoico, forse identico a quello descritto da Hantzsch (4),

$$C_6H_5.N:C_6H_4:N\vdots N.$$

La reazione corrisponderebbe ad un di presso a quella che avviene fra amminofenoli ed idrossilammina ed acido nitroso e che conduce ai diazofenoli ed

(1) Berichte *28* (1895), pag. 1218.
(2) » *38* (1905) » 2056.
(3) » *39* (1906) » 1035.
(4) Berichte *35* (1902), pag. 888.

all'acido iponitroso e successivamente ai prodotti di anidrificazione, le chinonazidi ed il protossido di azoto.

Il prodotto diazoico, formatosi in una prima fase, reagirebbe a sua volta con una seconda molecola di idrossilammina per trasformarsi in un derivato dell'acido azotidrico. A questo riguardo dobbiamo però subito osservare che le soluzioni del solfato del diazocomposto, preparato secondo le norme date da Ikuta (1), per trattamento con idrossilammina, non ci hanno condotto finora a prodotti che si colorano alla luce come fanno queste azidi. Del pari le esperienze eseguite per arrivare ai diazofenoli ovvero a chinonazidi, facendo reagire l'idrossilammina sopra le soluzioni alcaline dei p-nitrosofenoli, non ci hanno condotti finora a risultati positivi.

Accenneremo inoltre che, anche effettuando la preparazione dell'azide, da nitrosodifenilammina ed idrossilammina, in presenza di β-naftolo, non si ottiene la materia colorante rossa descritta da Ikuta, ma sempre la fenilimminoazide. Ciò rende quindi poco probabile che in queste condizioni, in una prima fase, si formi un derivato diazoico capace di reagire coi fenoli.

Notevole è anche il fatto che le soluzioni alcaline dei nitrosoindoli, che contengono del pari il residuo isonitroso, non reagiscono affatto con l'idrossilammina e che le soluzioni alcaline dei nitrosopirroli, analogamente costituiti, per azione dell'idrossilammina, vengono facilmente decomposte con rottura dell'anello ciclico. Diazoindoli e diazopirroli, la cui struttura corrisponde a quella delle imminochinonazidi di Hantzsch, si possono solamente ottenere facendo reagire l'acido nitroso sopra i corrispondenti ammino derivati (2).

La reazione da noi descritta è quindi finora priva di analogia: infatti i metodi principali di formazione delle azidi aromatiche, partendo da composti che contengono un solo atomo di azoto, si possono riassumere nei seguenti schemi, in ognuno dei quali non si può invertire l'ordine del secondo e del terzo termine, a meno naturalmente che questi non siano identici fra di loro:

$$C_6H_5 . NH_2 + NO_2H + NH_2 . OH$$
$$C_6H_5 . NOH_2 + NOH + NH_2 . OH$$
$$C_6H_5 . NO + NH_2 . OH + NH_2 . OH$$
$$C_6H_5 . NO_2 + NH_3 + NH_2 . OH$$

Altri, possibili, non vennero finora realizzati.

Parte sperimentale

Fenilimminochinonazide — Per preparare questa sostanza, si sciolgono in eccesso di soda, al 20%, gr. 18 di p-nitrosodifenilammina ed al liquido filtrato si aggiungono gr. 13 di cloridrato di idrossilammina, prima sciolti

(1) Annalen *243*, 280.
(2) Angeli, Memorie Lincei (1911), pag. 437.

a parte in poca acqua e resi alcalini con soda. Si nota un lieve sviluppo gassoso, e poco dopo incomincia a separarsi l'azide. Dopo 48 ore, si raccoglie su filtro alla pompa il prodotto giallo cristallino che viene lavato con molta acqua e posto ad asciugare al buio. Per purificare il prodotto, lo si scioglie in alcool tiepido; ovvero lo si tratta con molto etere di petrolio, e si pone ad evaporare in capsula il liquido limpido e sempre all'oscuro. Dall'alcool si separa sotto forma di pagliette lucenti, colorate in giallognolo; dall'etere di petrolio si ottengono invece grandi cristalli, giallo-rossastri. In tutti e due i modi si perviene facilmente ad un prodotto purissimo che fonde a 71°: poco sopra, si decompone con sviluppo di gas. La sostanza brucia con grandissima difficoltà e ciò rende molto laboriose le determinazioni di azoto.

gr. 0,1349 diedero gr. 0,3412 di CO_2 e gr. 0,0586 di H_2O
0,1098 » 0,2782 » 0,0507 »
0,2046 » 0,5145 » 0,0943 »
0,1699 » 0,4283 » 0,0773 »
0,0962 » c. c. 21 di azoto a 10° e 762 mm.

Da cui:

						Calcolato per $C_{12}H_{10}N_4$
C	68,75	69,09	68,57	68,78	—	68,57
H	4,82	5,13	5,11	5,09	—	4,76
N	—	—	—	—	26,40	26,67

Per azione della maggior parte dei reattivi (acido acetico a caldo, anidride acetica, acido cloridrico in soluzione acquosa, cloruro di benzoile in presenza di soda ovvero di piridina), l'azide si decompone con formazione di prodotti intensamente colorati ovvero di aspetto resinoso. Versata in acido solforico concentrato, avviene una violenta reazione accompagnata da forte sviluppo di gas; con acido nitrico concentrato, la sostanza esplode e manda una vivissima fiamma. Trattando invece l'azide con soluzione acetica di acido nitrico, si ottiene un prodotto rosso-bruno che a 84° fonde con sviluppo gassoso e che non abbiamo ulteriormente esaminato.

Facendo passare acido cloridrico secco nella soluzione, raffreddata con ghiaccio, di azide in etere anidro, dopo poco tempo si separano grandi cristalli, quasi incolori, costituiti dal cloridrato.

Come si è già accennato, la nuova azide è sensibilissima alla luce. Se si bagna un pezzo di carta da filtro con soluzione benzolica diluitissima della sostanza e si espone ai raggi solari, essa assume tosto un colore violetto che, dopo qualche tempo, diventa nero-azzurro intenso.

Ulteriori esperienze, che abbiamo già in corso di esecuzione, ci permetteranno di stabilire a quale processo è dovuta la formazione di questa materia colorante. Probabilmente essa è dovuta ad una ossidazione, accom-

pagnata da perdita di azoto. Se alla soluzione diluitissima di azide, con cui si bagna la carta da filtro, si aggiunge β naftolo, la colorazione riesce più intensa che non impiegando l'azide sola; con acido salicilico ovvero con dimetilanilina, il colore tende al verde scuro; con resorcina il verde è più chiaro. Anche per azione del calore l'azide si colora intensamente.

Riduzione con stagno ed acido cloridrico. — L'azide è stata trattata a freddo con stagno ed acido cloridrico, cui venne aggiunta una piccola quantità di cloruro stannoso. Il composto passa ben presto in soluzione; si scaccia a b. m. la maggior parte dell'acido e poi si tratta con idrogeno solforato; il liquido filtrato si concentra e si ottiene un cloridrato che si riconobbe per quello della p-amminodifenilammina. Per identificarlo in modo sicuro, venne trattato con cloruro di benzoile in presenza di soda; si ottenne così un prodotto cristallino, lievemente violaceo, che venne purificato da benzolo, impiegando nero animale. Cristalli incolori che fondono a 163°, identici a quelli ottenuti trattando nello stesso modo la p-amminodifenilammina.

gr. 0 1340 diedero c. c. 11 di azoto a 11° e 759 mm.

N 9.77 Calcolato per $C_{19}H_{16}NO_2$ 9.75.

Nitrosammina. — La soluzione acetica e raffreddata con ghiaccio, di gr. 1.5 di azide, venne trattata poco per volta con gr. 1 di nitrito sodico. Il colore del liquido diventa più chiaro e, dopo una ventina di minuti, si aggiunge acqua; si separa così un prodotto oleoso che, dopo poco tempo, diventa cristallino. Viene purificato da alcool tiepido; per raffreddamento con ghiaccio della soluzione, si separano laminette gialle, splendenti, che fondono a 55°.

gr. 0.0969 diedero c. c. 23.7 di azoto a 11° e 758 mm.

N trovato 29.10 Calcolato per $C_{12}H_{10}ON_5$ 29.28

Qualche grado sopra il punto di fusione, si decompone con forte sviluppo di gas; riscaldata su lamina di platino, esplode. Fornisce in modo intenso la reazione di Liebermann; in soluzione acetica con cloridrato di idrossilammina, a freddo, dopo 24 ore rigenera l'azide di partenza.

Azione dell'etere acetacetico. — Alla soluzione di gr. 0.23 di sodio in 4 cent. cub. di alcool assoluto vennero aggiunti gr. 1.31 di etere acetacetico e gr. 2.10 di azide, e si bolle a b. m. per un'ora. Per raffreddamento, tutto si rapprende in una massa cristallina che viene trattata con acqua, ed il prodotto che rimane si cristallizza dall'alcool. Si ottengono così prismi incolori che fondono a 170°.

gr. 0.1562 diedero c. c. 23.4 di azoto a 10° e 747 mm.

N trovato 17.22 Calcolato per $C_{18}H_{18}N_4O_2$ 17.39

L'etere etilico dell'acido triazolcarbonico così ottenuto, bollito per una mezz'ora con alcool cui sia stata aggiunta un poco di soluzione acquosa di potassa, viene completamente saponificato. Si diluisce il liquido con acqua e, per aggiunta di acido solforico diluito, si separa l'acido che si purifica dall'alcool, impiegando nero animale: si ottiene così un prodotto costituito da cristalli incolori che fondono a 208°, con sviluppo gassoso.

gr. 0.1184 diedero c. c. 19.5 di azoto a 10° e 752 mm.

N trovato 19.36 Calcolato per $C_{16} H_{14} N_4 O_2$ 19.04

Come si è detto, al punto di fusione questo acido perde anidride carbonica e fornisce il triazolo: cristalli incolori che fondono a 123°.

Stiamo proseguendo lo studio della nuova reazione sopra altri derivati nitrosilici della stessa forma. Ringraziamo infine il dott. Giuseppe Greco che ci fu di valido aiuto nell'esecuzione delle esperienze che si riferiscono alla presente Nota.

Geometria. — *La teoria proiettiva delle congruenze* W *e il problema della deformazione infinitesima* (*metrica*) *di una superficie.* Nota del Corrisp. G. Fubini.

Il problema della deformazione infinitesima di una superficie in geometria euclidea, conducendo alla teoria delle congruenze W, è un problema proiettivo; ciò che risulta ancora più evidente se si pensi che altrettanto avviene per il problema analogo in geometria non euclidea (1). Il desiderio di veder chiaro questo fatto è l'origine della presente Nota.

Indicheremo con x, y, z, t e con ξ, η, ζ, τ coordinate omogenee di punto e piano, spesso indicando un punto o un piano con la sola prima coordinata. Accanto alla teoria proiettiva della geometria differenziale su una superficie pare meriti attenzione quella della geometria di una coppia di superficie $S, \bar{S}$, che qui vogliamo considerare l'una come luogo di un punto x, l'altra come inviluppo di un piano $\bar{\xi}$, pensati come funzioni degli stessi due parametri u, v (ciò che stabilisce una corrispondenza biunivoca tra le due superficie). Le espressioni

$$S\bar{\xi}x \ , \ S\bar{\xi}dx \ , \ Sd\bar{\xi}dx$$

sono invarianti quando si esegua sulle x una trasformazione unimodulare e sulle $\bar{\xi}$ la corrispondente trasform. contragrediente; esse variano in un modo semplice se si moltiplicano le x o le $\bar{\xi}$ per uno stesso fattore; potremmo

(1) Cfr. la Nota dell'A. nei Rend. della R. Acc. dei Lincei 1899 (vol. VIII, 1° sem., serie 5ª): *Sulle deform. infinit. delle superf. negli spazii a curv. costante.*

facilmente dedurne, come nel caso di una sola superficie, degli invarianti proiettivi, se normassimo in modo invariante le x e le ξ; ciò che qui non ci interessa. L'essere nulla la prima delle precedenti espressioni, cioè l'essere $S\bar{\xi}x = 0$ dice che il punto x e il piano ξ si appartengono; cioè caratterizza il caso che $(x, \bar{\xi})$ sia *un elemento* nel senso di Lie. Se è $S\bar{\xi}x = 0$, il *nostro studio equivale perciò allo studio di un sistema* ∞^2 *di elementi*. Se inoltre $S\bar{\xi}dx = 0$, allora S ed $\bar{S}$ coincidono: si tratta di una superficie considerata insieme come luogo dei suoi punti x e inviluppo dei suoi piani tangenti $\bar{\xi}$; siamo in tal caso ridotti allo studio di una sola superficie, di cui qui più non ci occupiamo. *Escluso il caso che* S, $\bar{S}$ *coincidano* e *sempre supponendo* $Sx\bar{\xi} = 0$, *cioè che* $(x, \bar{\xi})$ *sia un elemento*, proveremo che:

1°) *L'essere* $Sdxd\bar{\xi}$ *divisibile per* $S\bar{\xi}dx$ *caratterizza il fatto che* S *ed* $\bar{S}$ *siano falde focali di una stessa congruenza di rette* (*intersezione del piano* $\bar{\xi}$ *e del piano* ξ *tangente ad* S *in* x);

2°) *L'essere il quoziente ottenuto dividendo* $Sdxd\bar{\xi}$ *per* $S\bar{\xi}dx$ *un differenziale esatto caratterizza le superficie* S, $\bar{S}$, *falde focali di una stessa congruenza* W (cioè caratterizza falde focali di una congruenza di rette come nel caso 1°, sulle quali si corrispondano le asintotiche).

Prima di procedere alla dimostrazione premettiamo due osservazioni, che permetteranno di trasformare il 2° teorema.

α) Se sostituisco ϱx, e $\sigma\bar{\xi}$ alle $x, \bar{\xi}$, essendo ϱ, σ convenienti fattori di proporzionalità, si ha per la $Sx\bar{\xi} = 0$

$$\begin{aligned} Sd(\varrho x)\, d(\sigma\bar{\xi}) &= \varrho\sigma Sdxd\bar{\xi} + \varrho d\sigma S\bar{\xi}dx + \sigma d\varrho Sxd\bar{\xi} + d\varrho d\sigma Sx\bar{\xi} \\ &= \varrho\sigma Sdxd\bar{\xi} + (\varrho d\sigma - \sigma d\varrho)\, S\bar{\xi}dx \\ S\sigma\bar{\xi}\, d(\varrho x) &= \varrho\sigma S\bar{\xi}dx . \end{aligned}$$

I criterii dati dai precedenti teoremi non mutano al variare di ϱ, σ, e perciò *sono di carattere proiettivo*. Ma anzi il secondo teorema si può semplificare. Se

$$d\varphi = Sdxd\bar{\xi} : S\bar{\xi}dx ,$$

il nuovo quoziente $Sd(\varrho x)\, d(\sigma\bar{\xi}) : S\sigma\bar{\xi}d(\varrho x)$ sarà:

$$d\varphi + d\log\frac{\sigma}{\varrho} ,$$

cioè, ponendo $\frac{\sigma}{\varrho} = Ce^{-\varphi}$, con C = costante, il nuovo quoziente sarà nullo. Il secondo teorema si potrà dunque annunciare anche così:

2° bis) *Se* $Sdxd\bar{\xi} = 0$, *le superficie* S, $\bar{S}$ *sono falde focali di una congruenza* W; *viceversa, se* S, $\bar{S}$ *sono falde focali di una congruenza* W,

allora, scelte ad arbitrio le coordinate omogenee di un punto x di S, *si possono determinare* (*a meno di un solo fattore* COSTANTE) *le coordinate* $\bar{\xi}$ *in guisa che sia* $\mathrm{S}dx\,d\bar{\xi} = 0$. Questo teorema è, come vedremo suscettibile di una semplicissima interpretazione geometrica.

β) Se $x, y, z, 1$ sono coordinate cartesiane ortogonali, la $\mathrm{S}x\bar{\xi} = 0$ si riduce alla $\bar{\tau} = -(x\bar{\xi} + y\bar{\eta} + z\bar{\zeta})$, che definisce $\bar{\tau}$. E la $\mathrm{S}dx\,d\bar{\xi} = 0$ diventa

$$dx\,d\bar{\xi} + dy\,d\bar{\eta} + dz\,d\bar{\zeta} = 0\,,$$

che è la nota equazione in geometria metrica euclidea per la deformazione infinitesima di una superficie S, quando con $\varepsilon\bar{\xi}, \varepsilon\bar{\eta}, \varepsilon\bar{\zeta}$ si indichino gli incrementi infinitesimi (se ε è parametro infinitesimo) delle coordinate x, y, z di un punto di S.

Se x, y, z, t sono le coordinate di Weierstrass di un punto x di una superficie S dello spazio ellittico, allora le

$$\mathrm{S}x\bar{\xi} = 0 \qquad \mathrm{S}dx\,d\bar{\xi} = 0$$

sono appunto le equazioni delle deformazioni infinitesime di una superficie S nello spazio ellittico, quando con $\varepsilon\bar{\xi}, \varepsilon\bar{\eta}, \varepsilon\bar{\zeta}, \varepsilon\bar{\tau}$ si indichino gli incrementi infinitesimi delle coordinate di un punto S.

Il teorema 2° bis rende perciò intuitivo il legame tra tali deformazioni infinitesime e la teoria delle congruenze W.

Dimostriamo dunque i teoremi 1 e 2 bis. Se ξ è il piano tangente ad S nel punto x, e se le u, v sono le coordinate asintotiche di S, potremo trovare (essendo $\mathrm{S}x\bar{\xi} = 0$) delle quantità $\lambda, \mathrm{A}, \mathrm{B}$ tali che:

$$\bar{\xi} = \lambda\xi + 2(\mathrm{A}\xi_u - \mathrm{B}\xi_v) \qquad (^1)$$

Dalla teoria delle superficie è noto che esistono delle funzioni $\mathrm{H}, \beta, \gamma, \pi, \varkappa$ ecc. delle u, v tali che (²):

$$x_{uu} = \frac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial u}\,x_u + \beta x_v + px \quad ; \quad x_{vv} = \frac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial v}\,x_v + \gamma x_u + qx\,;$$

$$\xi_{uu} = \frac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial u}\,\xi_u - \beta\xi_v + \pi\xi \quad ; \quad \xi_{vv} = \frac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial v}\,\xi_v - \gamma\xi_u + \varkappa\xi\,;$$

$$\mathrm{S}\xi x_u = \mathrm{S}\xi x_v = \mathrm{S}\xi_u x_u = \mathrm{S}\xi_v x_v = 0 \qquad +\mathrm{S}\xi_u x_v = +\mathrm{S}\xi_v x_u = -\mathrm{H}\,;$$

$$\mathrm{S}\xi_u x_{uv} = \mathrm{S}\xi_v x_{uv} = 0\,.$$

(¹) Ciò perchè $\bar{\xi} = \xi$, ξ_u, ξ_v sono tre quaterne indipendenti di soluzioni della $\mathrm{S}x\bar{\xi} = 0$.

(²) Si noti che se x, y, z e $t = 1$ sono coordinate *non omogenee*, allora $p = q = 0$.

Se ne deduce successivamente:

$$(1)\qquad S\bar{\xi}\,dx = -2H(A\,dv - B\,du)$$

$$\bar{\xi}_u = (\lambda_u + 2A\pi)\,\xi + \left(\lambda + 2A_u + 2A\frac{\partial \log H}{\partial u}\right)\xi_u - 2(B_u + A\beta)\,\xi_v - 2B\,\xi_{uv}$$

$$\bar{\xi}_v = (\lambda_v - 2B\varkappa)\,\xi + \left(\lambda - 2B_v - 2B\frac{\partial \log H}{\partial v}\right)\xi_v + 2(A_v + B\gamma)\,\xi_u + 2A\,\xi_{uv}$$

$$(2)\qquad Sd\bar{\xi}\,dx = 2H(B_u + A\beta)\,du^2 - 2H(A_v + B\gamma)\,dv^2 - \\ - 2H\,du\,dv\left(\lambda + A_u - B_v + A\frac{\partial \log H}{\partial u} - B\frac{\partial \log H}{\partial v}\right).$$

Affinchè (2) sia divisibile per (1) si trova come condizione necessaria e sufficiente:

$$\lambda = \frac{AB_v - BA_v}{A} + \frac{AB_u - BA_u}{B} - A\frac{\partial \log H}{\partial u} + B\frac{\partial \log H}{\partial v} + \beta\frac{A^2}{B} - \gamma\frac{B^2}{A},$$

che è proprio la stessa equazione a cui nella teoria delle congruenze si perviene esprimendo che $\bar{\xi}$ è il piano tangente alla seconda falda focale della congruenza generata dalla retta d'intersezione dei piani ξ, $\bar{\xi}$: congruenza, le cui rette sono pertanto tangenti ad S, e che ha quindi S per prima falda focale.

A questo calcolo fa eccezione il caso che $A = 0$, oppure $B = 0$. Non può essere contemporaneamente $A = B = 0$, perchè altrimenti le superficie $S, \bar{S}$ coinciderebbero, ciò che abbiamo escluso. Se fosse, p. es., $A = 0$, allora, affinchè (2) sia divisibile per (1), dovrebbe essere $B\gamma = 0$, e quindi saremmo di nuovo nel caso escluso $A = B = 0$, a meno che fosse $\gamma = 0$, cioè che la S fosse una superficie *rigata*: caso che si tratta facilmente a parte [1]. Se poi (2) deve essere identicamente nullo, troviamo in più che:

$$A_v = -B\gamma \quad , \quad B_u = A\beta,$$

che sono appunto le equazioni fondamentali della teoria proiettiva delle congruenze W, così come è stata svolta in tre Note pubblicate recentemente in questi Rendiconti. I nostri teoremi sono così completamente provati.

[1] Il caso $A = \gamma = 0$ si esaurisce in breve. Per la $\gamma = 0$ le $u =$ cost. della S sono rette; per la $A = 0$ è $S\bar{\xi}x_v = 0$, cioè i piani $\bar{\xi}$ contengono una generatrice di S; i piani $\bar{\xi}$ sono dunque gli stessi piani tangenti ad S; in altre parole la corrispondenza tra i punti x e i piani $\bar{\xi}$ equivale ad una corrispondenza che a ogni punto x di S fa corrispondere un piano $\bar{\xi}$ tangente ad S in un punto $\bar{x}$ della generatrice di S uscente da x. Saremmo sempre nel caso escluso di superficie $S, \bar{S}$ coincidenti.

Interpretiamo geometricamente il teorema 2 bis. Sul piano tangente ad S nel punto x scegliamo una retta qualunque non passante per x: essa congiungerà un punto $x_u + \alpha x$ a un punto $x_v + \beta x$. Se α, β sono funzioni di u, v, tale retta descriverà una congruenza; la equazione delle sviluppabili si ottiene annullando il determinante che esprime che i punti

$$x_u + \alpha x \ , \ x_v + \beta x \ , \ d(x_u + \alpha x) \ , \ d(x_v + \beta x)$$

sono complanari. Il termine in $du\,dv$ di questa equazione è nullo, come rivela un facile calcolo, soltanto quando $\alpha'_v = \beta'_u$, cioè quando esiste una funzione ϱ tale che $\alpha = \varrho_u : \varrho$, $\beta = \varrho_v : \varrho$; cioè quando la retta congiunge i punti $(\varrho x)_u$ e $(\varrho x)_v$. In tal caso la congruenza ha le sviluppabili che, o sono indeterminate, o corrispondono a un sistema coniugato sulla S; la congruenza è cioè *armonica* o *coniugata* ad S. *Le congruenze armoniche ad* S *formate con rette dei piani tangenti ad* S *sono soltanto tutte quelle, le cui rette congiungono i punti* $(\varrho x)_u$ *e* $(\varrho x)_v$, *ossia sono il luogo del punto* $d(\varrho x)$, *punto che al variare di* $\frac{dv}{du}$ *descrive appunto una retta. Così le congruenze armoniche ad* $\overline{\text{S}}$ *formate con rette uscenti dai punti di* $\overline{\text{S}}$ *sono le rette sostegno del fascio di piani* $d(\sigma\bar{\xi})$.

Date le ϱ, σ, allora ad ogni sistema di valori per $du : dv, u, v$ corrispondono un punto di una retta della prima congruenza, e un piano della retta omologa della seconda.

Ora, se dato ϱ si può (a meno di un inessenziale fattore costante) determinare σ in modo che $\text{S}d(\varrho x)\,d(\sigma\bar{\xi}) = 0$, ciò significa che ogni tale punto $d(\varrho x)$ e ogni piano $d(\sigma\bar{\xi})$ si appartengono, qualunque siano $u, v, \frac{dv}{du}$. Dunque:

Teor. 2 ter). *Affinchè* S *ed* $\overline{\text{S}}$ *siano falde focali di una stessa congruenza* W *è necessario e sufficiente che tra le congruenze armoniche ad* S, $\overline{\text{S}}$ *poste nei piani tangenti ad* S *od uscenti da un punto di* $\overline{\text{S}}$ *si possa stabilire una tale corrispondenza biunivoca che a uguali valori di* $u, v, \frac{dv}{du}$ *corrispondano un punto su un raggio della prima. e un piano passante per un raggio della seconda. che si appartengono. Si noti che da questa condizione segue l'altra* $\text{S}\bar{\xi}x = 0$, *che perciò non è necessario enunciare esplicitamente.* Infatti, se essa è soddisfatta, potrò determinare le $x, \bar{\xi}$ in guisa che $\text{S}dx\,d\bar{\xi} = 0$. Di più, scelto ad arbitrio uno dei due fattori ϱ, σ potrò determinare l'altro così che sia $\text{S}d(\varrho x)\,d(\sigma\bar{\xi}) = 0$, cioè:

$$\frac{d\varrho}{\varrho}\text{S}x\,d\bar{\xi} + \frac{d\sigma}{\sigma}\text{S}\bar{\xi}\,dx + \frac{d\varrho}{\varrho}\frac{d\sigma}{\sigma}\varphi = 0 \qquad (\varphi = \text{S}\bar{\xi}x).$$

Debbo provare che $\varphi = 0$. Se per ogni σ la corrispondente ϱ risulta una funzione $F(\log\sigma)$ di σ (potendo anche la funzione F variare con σ) risulterà:

$$[F'(\sigma) - 1]\,S x\,d\bar{\xi} + d\varphi + F'(\sigma)\,\varphi\,\frac{d\sigma}{\sigma} = 0.$$

Se $F'(\sigma) = 0$ risulterebbe $\varrho = \text{cost.}$, ciò che è assurdo perchè ϱ è arbitrario (1). Se $F'(\sigma) = 1$, sarebbe $\varrho = C\sigma$ con $C = \text{cost.}$, e quindi $\varphi = 0$, perchè $\frac{d\sigma}{\sigma}$ è arbitrario. c. d. d. Se invece ϱ non risultasse funzione di σ, il valore $\frac{du}{dv}$, per cui $d\sigma = 0$, annullerebbe $S x\,d\bar{\xi}$; ed, essendo σ arbitrario, risulterebbe $S x\,d\bar{\xi} = 0$ e per simmetria anche $S\bar{\xi}\,dx = 0$; ne dedurremmo immediatamente, essendo $d\varrho, d\sigma$ differenti di solito da zero, che $\varphi = 0$ c. d. d.

Se dunque $\varphi \neq 0$, potremmo richiedere *che due particolari congruenze armoniche ad* S, $\bar{S}$ *siano nelle condizioni del precedente teorema*, ma non già richiedere che *ogni* congruenza armonica ad S sia nella corrispondenza richiesta con una congruenza armonica ad $\bar{S}$. In tal caso possiamo scegliere x, $\bar{\xi}$ in guisa che $S\,dx\,d\bar{\xi} = 0$. Dalla $S x_u \bar{\xi}_u = 0$ si deduce subito che $\bar{\xi}_u$ è combinazione lineare di ξ, ξ_u, ξ_{uv}; risultato analogo si deduce per $\bar{\xi}_v$ dalla $S x_v \bar{\xi}_v = 0$. E la $S(x_u \bar{\xi}_v + x_v \bar{\xi}_u) = 0$ prova poi che valgono formole del tipo:

$$\bar{\xi}_u = A\xi + L\xi_u + C\xi_{uv} \qquad \bar{\xi}_v = B\xi - L\xi_v + D\xi_{uv}$$

Le condizioni d'integrabilità permettono di esprimere A, B, L in funzione di C, D e danno una sola equazione tra C, D. Per ogni coppia di funzioni C, D soddisfacenti a questa equazione esiste una superficie $\bar{S}$, che con S si trova nei rapporti voluti. Tali coppie di superficie S, $\bar{S}$ sembrano la più naturale estensione delle coppie di superficie trasformate per congruenze W.

(1) Si potrebbe veramente pensare a una corrispondenza evidentemente singolare che ad una σ generica facesse sempre corrispondere una $\varrho = \text{cost.}$, ed a un ϱ generico una $\sigma = \text{cost.}$ In tal caso la nostra equazione direbbe che $S x\,d\bar{\xi} = S\bar{\xi}\,dx = 0$ e quindi $S\bar{\xi}\,x = C = \text{cost.}$; sarebbe allora $\bar{\xi} = h\xi + \frac{C}{H}\xi_{uv}$, dove h è una funzione di u, v. Annullando i coefficienti di du^2, dv^2 nella $S\,dx\,d\bar{\xi} = 0$, si troverebbe $p = q = 0$, cosicchè si potrebbe supporre $t = 1$. Le $S\bar{\xi}\,dx = S\xi\,dx = 0$ dimostrano allora (essendo $dt = 0$) che $\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$ sono proporzionali a ξ, η, ζ. Se α è il fattore di proporzionalità, la $S\,d\bar{\xi}\,dx = 0$ dà $\alpha = 0$, ciò che è assurdo.

Meccanica. — *Sull'ormeggio delle navi aeree.* Nota del Corrispondente Col. G. A. Crocco.

La presente Nota ha lo scopo di riassumere lo stato attuale della questione.

L'ormeggio delle navi marine, ottenuto ancorando la prua e lasciando la nave libera di orientarsi alle correnti, non presenta infatti difficoltà pratiche, sia perchè la nave di superficie ha libertà di muoversi soltanto nel piano orizzontale, sia perchè l'entità delle correnti marine è relativamente poco importante. Basta perciò che la nave dia fondo a due ancore divaricate per creare un punto sufficientemente fisso attorno al quale possa orientarsi, anche approssimativamente, in modo da prendere il mare di prua.

Lo stesso non può dirsi della nave aerea e per i maggiori gradi di libertà ch'essa possiede nello spazio e per la violenza relativa delle correnti aeree che possono cimentarla ed infine per la loro incostanza di intensità e di direzione.

***

Il caso più complesso è l'ormeggio su di un sol cavo, con quattro gradi di libertà, che ci riserviamo in avvenire di approfondire per la sua importanza come stadio di passaggio fra la navigazione libera e l'ormeggio definitivo. È il caso del *pallone frenato*; il quale, adottando particolari dispositivi, può rendersi praticamente stabile.

Questi dispositivi hanno principalmente per iscopo di mantenere un'inclinazione permanente dell'asse longitudinale capace di generare una forza sostentatrice, come nel cervo-volante; che, aggiungendosi a quella ascensionale propria dell'aerostato, provoca nel cavo una tensione rilevante e contrasta con le forze abbattenti del vento.

Anche nel caso di un dirigibile è necessario ottenere sul cavo una notevole tensione, in parte con gettito iniziale di zavorra, in parte con eventuale spostamento longitudinale di acqua, in parte provocando una forza ascensionale dinamica per mezzo dei timoni orizzontali.

In particolari condizioni è così possibile ottenere una posizione d'equilibrio stabile attorno alla quale l'aeronave oscilla in tutti i sensi; mentre il timoniere, agendo su entrambi i timoni, può moderare le oscillazioni e modificare occorrendo la posizione di equilibrio.

***

Il fenomeno è meno complesso se si impediscono i movimenti laterali disponendo di due cavi divaricati come nell'ancoraggio delle navi. Si viene allora

a creare un triangolo il cui vertice è la prua del dirigibile, o un punto assai vicino ad essa; e la cui base, a terra, diviene asse di oscillazione. Se in tal caso l'aeronave è sufficientemente stabilizzata attorno alla prua o al punto prodiero che forma vertice del triangolo d'ormeggio, le oscillazioni nel piano orizzontale risultano praticamente trascurabili e i movimenti si limitano a rotazioni attorno alla base del triangolo d'ormeggio, intrattenute dalle raffiche del vento e dalle conseguenti oscillazioni dell'asse dell'aeronave attorno al vertice del triangolo.

Supponendo che la tensione del cavo sia provocata soltanto da forza ascensionale dinamica variabile col quadrato della velocità del vento e coll'orientamento dell'asse del dirigibile; che la forza abbattente sia anch'essa della forma quadratica e cioè pressochè indipendente dall'orientamento dell'asse; ed infine che la coppia raddrizzante statica sia esattamente compensata da spostamenti di zavorra acquea, si ottiene una posizione di equilibrio del piano del triangolo d'ormeggio, determinata dall'orientamento dell'asse ed *indipendente dalla velocità e quindi dalle raffiche del vento.*

I movimenti attorno a questa posizione di equilibrio dipendono allora essenzialmente dalle variazioni di *direzione* del vento: e la loro ampiezza e durata è connessa alle particolari caratteristiche dell'aeronave in relazione colla lunghezza dei cavi d'ormeggio.

***

L'adozione di un terzo cavo che venga coi due precedenti a costituire una piramide funicolare d'ormeggio, consente di frenare qualsiasi movimento oscillatorio del vertice, dentro i limiti della tensione dei cavi e della loro apertura angolare. Questo ormeggio presenta una notevole stabilità, sempre che l'aeronave sia stabile attorno al punto di prua ove si trova il vertice della piramide (1).

Esso è il precursore dell'ormeggio *a pilone*; nel quale al vertice della piramide funicolare viene a sostituirsi l'estremità di un pilone rigido, trattenuto da venti laterali (2), o incastrato al suolo.

L'ormeggio *a pilone*, oggi in voga in Inghilterra ed in America, sopprime la necessità della forza ascensionale tensoria dei sistemi funicolari, e crea un punto di rotazione *fisso* attorno al quale si orienta l'aeronave.

Esso richiede tuttavia, al pari dei sistemi funicolari, che l'aeronave sia

(1) Un simile tipo di ormeggio fu da noi ideato nel 1908, e realizzato nelle manovre del nostro dirigibile militare 1 bis a Vigna di Valle, come risulta dai giornali di bordo.

(2) Questo tipo d'ormeggio fu da noi realizzato durante la guerra nel 1916 e costruito all'Istituto Sperimentale Aeronautico. Non risulta che sia stato sperimentato in alcuno dei cantieri che lo ebbero in regolare dotazione.

stabilizzata attorno a questo punto fisso: cosicchè il problema di tale stabilizzazione assume una importanza predominante nella determinazione dell'impennaggio.

*
* *

Giova ricordare che la necessità di questa stabilizzazione proviene dalla esistenza di una *coppia perturbatrice* dell'orientamento degli involucri allungati, messa in evidenza da Renard nel 1903 (1), in relazione con le oscillazioni di beccheggio.

Renard dedusse i valori delle quantità che egli chiamò *velocità critica* ed *impennaggio stretto*.

Noi completammo nel 1904 (2) la teoria del Renard introducendo, sempre per il dirigibile in libero moto, il *movimento verticale* del baricentro e le *coppie di smorzamento*: ed ottenendo così un valore dell'impennaggio stretto, in navigazione, più piccolo di quello indicato dal Renard.

Fu soltanto nel 1907, sviluppando la teoria e corredandola di esperienze (3), che noi sottolineammo la questione della stabilità del *dirigibile frenato*: questione che poi, specialmente a seguito dell'incidente toccato al *Patrie*, ci guidò nelle determinazioni pratiche dell'impennaggio, e ci condusse alla concezione dei *timoni automatici* multiplani (4).

Oggi le elevate velocità raggiunte dai dirigibili hanno obbligato ad affinarne le linee e a preferire impennaggi monoplani, senza ventature, disposte in croce sull'estrema poppa: e con timoni in prosecuzione di chiglie molto allungate. Ciò porta a superficie stabilizzanti più grandi, ma in compenso assai più penetranti.

Riporteremo pertanto i risultati delle più recenti esperienze (5), relative a un modello del tipo Zeppelin L. 49.

Indicando con α l'angolo d'orientamento al vento, con v la velocità di questo e con V il volume dell'involucro, la *coppia rovesciante* riferita al baricentro risulta, per i piccoli angoli:

$$C_0 = 0{,}077\ V\ \alpha\ v^2$$

(1) Comptes rendus, 23 nov. 1903.

(2) G. A. Crocco, *Stabilità dei dirigibili*. Rendiconti Accademia Lincei, 20 novembre 1904.

(3) Crocco, *Dinamica dei dirigibili*. Bollettino Società Italiana, nn. 4 e 5, 1907; Revue du Génie Militaire, août octobre, 1907, traduction par I. Th. Sacconey.

(4) *Introduzione alla teoria dei timoni automatici*. Memoria presentata nel 1912 al concorso Cagnola dell'Istituto Lombardo di scienze e lettere.

(5) Esperienze compiute al gabinetto aerodinamico del nostro Istituto Sperimentale Aeronautico nel decorso anno.

mentre la coppia riferita al punto d'ormeggio, supposto sull'estrema prua, ha il valore:

$$C = 0{,}035\ V\alpha v^2$$

che è circa la metà del precedente.

Se d'altra parte sono σ e λ la superficie e la media distanza dell'impennaggio dall'estrema prua, questo fornisce una coppia raddrizzante $k\sigma\lambda\alpha v^2$, per i piccoli angoli; e quindi deve aversi:

$$k\sigma\lambda \geqq 0{,}035\ V.$$

Ponendo per omogeneità il volume V, nel tipo accennato, sotto la forma

$$V = 0{,}78\ S\lambda$$

dove S è la *sezione maestra* del dirigibile, si ottiene la relazione di sufficienza:

$$k\sigma = 0{,}0273\ S;$$

nella quale il coefficiente k deve dedursi sperimentalmente per chiglie di forma allungata e disposte nella scia dell'involucro.

Tale coefficiente risulta di circa 0,08 (il Renard teneva 0,174 e noi per piani di forma quadrata e lontani dalla scia avevamo assunto 0,16); cosicchè si ottiene: $\sigma = 0{,}34\ S$; e si può enunciare la seguente proposizione generale circa l'ordine di grandezza dell'impennaggio: *la superficie di chiglie necessaria a stabilizzare un involucro* del tipo accennato *è circa la terza parte della sezione maestra.*

***

Cosicchè adottando un impennaggio alquanto superiore a quello indicato, è possibile rendere stabile l'orientamento dei dirigibili ormeggiati al pilone.

Intervengono tuttavia difficoltà per quanto concerne l'equilibrio orizzontale.

È anzitutto da osservare che il pilone *deve essere alto*, per sottrarre l'involucro all'influenza del suolo. Se l'involucro fosse troppo vicino al suolo, esso risentirebbe, per dissimmetria, una *forza sollevante* ad ogni raffica di vento. E ciò che rende difficile trattenere i dirigibili in prossimità del terreno. L'altezza del pilone porta seco inconvenienti nella accessibilità e nel rifornimento.

In secondo luogo è difficile mantenere l'asse orizzontale, a causa delle variazioni di forza ascensionale statica, dovute alle manovre di carico e rifornimento ed alle variazioni della radiazione solare. La non orizzontalità dell'asse origina da parte del vento forze dinamiche sollevanti od abbattenti e tiene il dirigibile in stato *permanente di oscillazione* nel piano verticale.

Le variazioni del vento, infine, dànno origine a oscillazioni continue anche nel piano orizzontale, intrattenute dall'inerzia.

Ciò conduce a tormenti gravi sia nel punto d'attacco, sia lungo l'armatura: e rende impossibile accedere dall'esterno e compiere operazioni e manovra di importanza.

* * *

Tali difficoltà fanno delineare preferibile, in confronto con l'ormeggio *libero* al pilone, un tipo di ormeggio *frenato*, da noi indicato sin dal 1914 (1).

Esso consiste nel connettere il dirigibile per tutta la sua lunghezza, o per una sufficiente parte centrale, ad una invasatura o piattaforma reticolare, disposta orizzontalmente sul terreno e capace di rotare attorno ad un perno verticale poggiando su guide circolari. Questa piattaforma è tenuta mediamente orientata al vento per mezzo di sistemi meccanici.

Il criterio fondamentale di un simile *ormeggio* è quello di immobilizzare il dirigibile sulla piattaforma, in modo da impedirgli qualsiasi movimento proprio sia orizzontale che verticale: e far concorrere, nella resistenza ai cimenti del vento, il peso e la robustezza propria dell'invasatura.

Si ovvia così alle principali difficoltà dell'ormeggio: giacchè, essendo il dirigibile frenato per la maggior parte della sua lunghezza, i risucchi dovuti alla dissimmetria del suolo nonchè le variazioni di forza ascensionale, e quelli di direzione ed intensità del vento non provocano più imprecisabili oscillazioni e sollecitazioni dinamiche, ma soltanto forze interne nelle connessioni, entro limiti prevedibili.

Basta pertanto che l'insieme sia staticamente capace di resistere a queste forze, tenendo conto che esse generano non soltanto risultanti verticali, ma sibbene anche momenti longitudinali e laterali.

Infatti, anzitutto, le raffiche del vento e le variazioni della sua direzione si risentono sul lungo corpo del dirigibile gradatamente da poppa a prora: in secondo luogo la dissimmetria dovuta alla presenza del suolo e della piattaforma crea risucchi verticali concentrati sopratutto verso prora: ed infine l'orientazione meccanica secondo una direzione media, fra le direzioni istantanee, lascia esposto l'involucro entro certi limiti *al vento obliquo* ed ai relativi cimenti di fianco.

Precisate queste azioni, si determinerà dunque il *peso proprio* della piattaforma, integrato da zavorramenti eventuali e da connessioni scorrevoli sulle rotaie, in vista sopratutto delle forze abbattenti laterali; e si calcoleranno insieme i momenti flettenti ai quali deve resistere la sua struttura reticolare. S'intende che il peso proprio dovrà risultare compatibile col nu-

(1) Brev. n. 138,061 del 19 nov. 1913 donato allo Stato ed oggi lasciato decadere.

mero degli appoggi, cioè perno centrale e carrelli d'estremità, in modo da consentire la scorrevolezza nella manovra (1).

I calcoli anzidetti consentiranno altresì di fissare la natura e la entità delle connessioni fra dirigibile e piattaforma, che hanno precipua importanza. Si suppone che tali connessioni consistano — nella loro più semplice realizzazione — in ancoraggi funicolari di punti opportunamente scelti lungo il dirigibile. Questi ancoraggi entrano in tensione col provocare ordinariamente nell'involucro *una forza ascensionale d'ormeggio*; quale risulta ad esempio, in un'aeronave da trasporto civile, dallo sbarco dei passeggieri; e in generale dal rifornimento di gas, o dallo scarico della zavorra acquea dovuta alla condensazione del vapore di scappamento (2).

Ove non sia disponibile una simile forza ascensionale, si provocherà la tensione dei cavi utilizzando il peso delle navicelle: ed infine, se queste non fossero sospese funicolarmente, si farà appoggiare il dirigibile in corrispondenza dei punti d'ancoraggio su cavalletti mobili puntellatori. È quindi in ogni caso possibile realizzare una solida connessione.

***

L'ormeggio frenato così descritto presenta un elevato grado di sicurezza e di praticità, giacchè non solo permette di resistere a eccezionali cimenti di prua, e dentro certi limiti anche a venti di fianco; ma raggiunge tale scopo lasciando al dirigibile una delle caratteristiche più importanti dal punto di vista pratico: l'*accessibilità*. Tutte le manovre diventano così possibili all'aperto: carico e scarico, rifornimenti, pesatura; e sono altresì possibili le principali riparazioni, quali tamponature, verniciature, cambio d'involucri interni, sostituzioni di motori o di navicelle.

L'ingombro sul terreno risulta infine minore che non nell'ormeggio libero; e l'atterraggio più agevole e scevro di pericolo.

(1) Una elegante soluzione meccanica del problema era stata data dalla ditta Savigliano di Torino nello studio di una *piattaforma* che, prima della guerra, era destinata a corredare il nostro Cantiere Militare di Ciampino.

(2) Vedi questi Rendiconti, vol. XXXII, 1° sem., fasc. 3° del 4 febbr. 1923.

Fisica. — *Fenomeni di reostrizione interpretati in base alle leggi fondamentali dell'elettrodinamica.* Nota del Corrispondente L. Lombardi.

Nella letteratura elettrotecnica, e segnatamente nelle Riviste americane, vennero di tempo in tempo segnalati alcuni fenomeni di deformazione di circuiti elettrici, attraversati da correnti molto intense, la cui interpretazione, in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica, non apparve chiara a coloro, che per i primi li avevano osservati; onde essi con soverchia leggerezza insinuarono il dubbio, che queste non valessero in generale, e ne suggerirono modifiche che non sono necessarie.

Carlo Hering, il quale, anni or sono, già pose in dubbio la interpretazione della legge generale della induzione (1), in due lavori più recenti (2) richiama l'attenzione sopra alcuni fenomeni di movimento e contrazione di vene fluide di notevoli dimensioni, da lui primitivamente osservati nelle fornaci elettriche per la fusione dei metalli, e ingegnosamente utilizzati a provocarne la desiderata rimescolanza. Quando la corrente raggiunge una intensità adeguata, la vena manifesta al mezzo una contrazione trasversale, caratterizzata da Hering col nome di *pinch effect*, e in tutta la sua lunghezza una tendenza a espandersi, che egli denomina *stretch effect*; nelle brusche piegature essa rivela poi tendenza a sopraelevarsi, cui Hering dà il nome di *corner-effect*, quasi assumendo che le tre azioni siano di natura diversa, laddove esse traggono origine dal medesimo fenomeno, che la formola di Ampère spiega in modo esauriente.

Hering presume che il fenomeno di contrazione non sia giustificato dalla legge generale dell'attrazione dei filetti paralleli, contro la validità della quale eccepisce che i fasci paralleli di raggi catodici fra loro si respingono, senza riflettere che questi sono costituiti da elettroni in movimento con velocità minore di quella della luce, a la quale soltanto la repulsione elettrostatica fra le masse elettriche verrebbe bilanciata dalla attrazione elettromagnetica delle correnti equivalenti; suppone del pari il fenomeno di distensione contraddetto dalla legge delle attrazioni di correnti parallele, senza tener conto che nella formola di Ampère:

$$df = i'\, i'' \frac{ds'\, ds''}{r^2}\left[\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta'\cos\theta''\right],$$

(1) Mia Nota all'*Accademia Pontaniana*, Napoli, 1916.

(2) Journal of the Franklin Institute, vol, 192, pag. 599; Journal of the Am. Inst. of Electr. Eng., 1923, pag. 139.

il termine negativo soverchia il positivo, quante volte l'angolo dei due elementi di circuito con la congiungente dei baricentri discende sotto una trentina di gradi; trova finalmente inesplicabile il terzo fenomeno in base alla teoria di Maxwell, che ammette non potersi esercitare sopra un conduttore, percorso da corrente, una sollecitazione ponderomotrice mediante campi esterni, senza riflettere che le esperienze di Ampère hanno dimostrato tale inettitudine bensì per i campi dovuti a circuiti esterni chiusi, laddove nel caso attuale si tratta di azioni fra elementi del medesimo circuito, che la stessa formola di Ampère permette di prevedere e calcolare *a priori*, e che tendono semplicemente a distendere il circuito senza conferirgli alcuna traslazione nello spazio.

In verità Northrup (1), a seguito immediato della scoperta di Hering, formulò la teoria della contrazione trasversale, e in un lavoro più recente (2) la estese anche all'*effetto motore*, che si manifesta nelle fornaci Ajax-Wyatt, valendosi unicamente delle formole di Maxwell, che caratterizzano l'attrazione di filetti attraversati da correnti parallele, e la sollecitazione che i singoli elementi di circuito subiscono in un campo magnetico. La teoria di Northrup non è peraltro completa, in quanto trascura le sollecitazioni longitudinali previste dalla legge di Ampère, e una parte di quelle trasversali, dovute al campo esterno, le cui linee di forza circolari, tendendo a contrarsi in senso tangenziale, esercitano alla superficie uno sforzo radiale, calcolabile in base alla teoria di Maxwell.

Facendo a questa ricorso, è possibile analizzare in gran parte il complesso fenomeno in modo abbastanza semplice.

Secondo il ragionamento di Maxwell (3), — il quale riproduce analiticamente il concetto di Faraday, — entro un mezzo isotropo, di permeabilità unitaria, nel quale la induzione ha la stessa grandezza e direzione della forza magnetica, deve manifestarsi lungo le linee di forza una tensione longitudinale, misurata da $\frac{H^2}{8\pi}$, e in ogni altra direzione, ortogonale alle linee predette, una pressione misurata dalla medesima grandezza. Se il mezzo è attraversato da corrente, o affetto da masse magnetiche libere, su di esso si esercitano, da parte del campo magnetico, forze unitarie ponderometrici, che hanno per componenti secondo gli assi:

$$X = \alpha m - v\gamma - w\beta;$$
$$Y = \beta m - w\alpha - u\gamma;$$
$$Z = \gamma m - u\beta - v\alpha.$$

Qui m misura la densità delle masse magnetiche libere; $\alpha\,\beta\,\gamma$ le componenti della forza magnetica secondo gli assi; $u\,v\,w$ le componenti della

(1) Physical Review, vol. XXIV, pag. 474.
(2) Journal of the Franklin Institute, vol. 190, pag. 816.
(3) Treatise, § 642, 643.

densità di corrente secondo gli assi. Nel nostro caso, trattandosi di vene fluide di metalli non magnetici [e come tale può considerarsi anche il ferro a temperature molto elevate], i primi termini cadono fuori considerazione, e, se si considerano per semplicità vene di sezione circolare, e di lunghezza sufficiente per poterle trattare a la stregua di cilindri di lunghezza indefinita, la forza magnetica, in presenza di correnti dirette secondo l'asse, assume la direzione tangenziale. Prescindendo dall'effetto pellicolare (il quale complicherebbe notevolmente le considerazioni, ove si trattasse di correnti alternate di notevole frequenza), e indicando con R il raggio della vena, con r la distanza di un punto interno dall'asse e con i la intensità totale della corrente, l'intensità del campo magnetico diventa notoriamente

$$H_r = 2i\frac{r}{R^2}$$

e la tensione tangenziale

$$p_r = \frac{H_r^2}{8\pi} = \frac{i^2 r^2}{2\pi R^4}.$$

Questa grandezza misura anche la pressione radiale, che al limite si annulla per i punti dell'asse, e alla periferia del conduttore assume il valore massimo $\frac{i^2}{2\pi R^2}$; nonchè la pressione longitudinale nei diversi filetti paralleli all'asse, la quale dà luogo in tutta la sezione a uno sforzo complessivo

$$P = 2\pi \int_0^R p \,.\, r \,.\, d\, r = \frac{i^2}{4}$$

ed assume come valor medio nella sezione la metà di quello massimo della pressione radiale e longitudinale. Poichè ognuno di questi sforzi varia in ragione del quadrato della intensità di corrente, il valor medio in presenza di correnti alternate è legato dalle stesse relazioni al quadrato della intensità efficace.

Per calcolare le forze di massa, esercitate dal campo magnetico su l'unità di volume della sostanza, onde è costituita la vena conduttrice, bisogna ricorrere ai gradienti delle pressioni unitarie, i quali riconducono, secondo il procedimento di Maxwell, alle formole già sviluppate. E pertanto, poichè la forza magnetica ha unicamente valore finito nel senso tangenziale, e la densità di corrente in senso longitudinale, lo sforzo ponderomotore si rivela esclusivamente in senso radiale, e diventa, secondo la formola di Northrup:

$$f_r = Hu = 2iu\frac{r}{R^2} = \frac{2i^2 r}{\pi R^4}.$$

Questi considera come sforzo totale di compressione a una distanza r dall'asse la somma di tutte le sollecitazioni, esercitate dal campo sopra gli strati cilindrici del conduttore, compresi fra il raggio r e quello esterno, somma data dall'integrale

$$g_r = \frac{2i^2}{\pi R^4} \int_r^R r\, dr = \frac{i^2}{\pi R^4} (R^2 - r^2),$$

con che la pressione risultante alla superficie appare nulla. Più esattamente sembra il caso di considerare come pressione radiale complessiva la somma di questa, che è una sollecitazione idrostaticamente trasferita dagli strati esterni, con quella esercitata dal campo alle diverse profondità, con che si ottiene una forza unitaria complessiva

$$G_r = g_r + p_r = \frac{i^2}{\pi R^4} \left(R^2 - \frac{r^2}{2} \right).$$

Questa, al limite periferico, riprende la grandezza già calcolata da me, e da Northrup trascurata, $\frac{i^2}{2\pi R^2}$, e assume nei punti dell'asse il valore doppio.

Nella direzione dell'asse, secondo le formole di Maxwell, non si prevede alcuna forza ponderomotrice esercitata sul mezzo conduttore, in quanto si annulla il gradiente del campo magnetico; ma ciò non basta a escludere lo sforzo di distensione, dovuto alla ripulsione degli elementi allineati di circuito, prevista nella formola di Ampère, e suscettibile di calcolazione diretta in base all'energia potenziale del circuito.

Secondo la formola di Neumann, che scaturisce direttamente da quella di Ampère, l'energia elettromagnetica potenziale del circuito, che abbia il coefficiente di selfinduzione L, è misurata da $-\frac{1}{2} L i^2$, dove questo coefficiente assume il valore

$$L = \iint \frac{ds'\, ds''}{r^2} \cos \varepsilon .$$

L'integrale va esteso due volte al contorno di tutto il circuito, se questo è chiuso; ma può riferirsi anche alla lunghezza di un tratto finito di esso, nel qual caso l'energia potenziale equivale al lavoro di polarizzazione del mezzo, calcolato con la formola di Maxwell, attribuendo in ogni punto al campo la risultante delle intensità elementari, desunte dalla formola di Laplace.

Per un principio generale di meccanica, ogni sistema, affetto da energia potenziale, tende a deformarsi in modo che questa diminuisca, e per una deformazione elementare si ottiene lo sforzo sollecitante, dividendo il lavoro

compiuto per lo spazio infinitesimo percorso, ossia derivando l'energia potenziale rispetto alla variabile, che caratterizza la direzione dello spostamento.

Per un tratto di conduttore cilindrico e rettilineo, di lunghezza l e raggio R, il coefficiente di selfinduzione è

$$L = 2l\left[\log\frac{2l}{R} - \frac{3}{4}\right]$$

astraendo dalla piccola frazione $\frac{\varrho}{l}$, dove ϱ misura la media distanza geometrica fra i punti di una sezione trasversale. L'energia potenziale diventa pertanto

$$-\frac{1}{2}L\,i^2 = -i^2 l\left[\log\frac{2l}{R} + \frac{3}{4}\right]$$

ed essa ha per derivata rispetto a l, supposta i costante,

$$F' = -i^2\left[\log\frac{2l}{R} + \frac{1}{4}\right].$$

Lo sforzo unitario medio diventa, in base al ragionamento predetto,

$$f' = -\frac{i^2}{\pi R^2}\left[\log\frac{2l}{R} - \frac{1}{4}\right].$$

Il secondo termine coincide con la pressione media longitudinale, secondo la formola di Maxwell, e il primo sembra perciò doversi interpretare come lo sforzo supplementare, di carattere elettrodinamico, da Maxwell trascurato.

Nel senso radiale la complessiva sollecitazione esercitata alla periferia si ottiene analogamente, derivando l'energia potenziale rispetto al raggio.

$$F'' = \frac{i^2 l}{R}$$

e, riferita all'unità di superficie, ci dà lo sforzo unitario di compressione, già prima calcolato, e coincidente con la pressione di Maxwell:

$$f'' = \frac{F''}{2\pi R l} = \frac{i^2}{2\pi R^2}.$$

La discordanza dei risultati non sembra strana, quando si pensa che in direzione radiale la sollecitazione del campo sui filetti di corrente è l'unica forza agente, e viene calcolata appunto in base alle formole, che Maxwell ha dedotto dalla teoria delle pressioni elettromagnetiche, laddove nella di-

rezione dell'asse si aggiungono gli sforzi elettrodinamici di repulsione, che Maxwell ha trascurato.

Non altrimenti, se si considerasse un solenoide cilindrico ad asse rettilineo con N spire di raggio R, distribuite nella lunghezza l, l'energia potenziale risulterebbe

$$-\frac{1}{2} L i^2 = -\frac{2\pi^2 N^2 R^2}{l} i^2 ,$$

di cui la derivata rispetto a l dà lo sforzo longitudinale di contrazione.

$$F' = -\frac{i^2}{2}\frac{dL}{dl} = \frac{2\pi^2 N^2 R^2 i^2}{l^2}$$

onde lo sforzo unitario risulta:

$$f' = \frac{2\pi N^2 i^2}{l^2}$$

ed esso equivale a quello di attrazione, sviluppato fra le lamine contigue di potenza i e di intensità magnetica $\frac{4\pi N}{l}$.

In senso radiale la sollecitazione totale a espandersi è

$$F'' = \frac{i^2}{2}\frac{dL}{dR} = \frac{4\pi^2 N^2 R}{l} i^2$$

e quella unitaria diventa

$$f'' = \frac{F''}{2\pi R l} = \frac{2\pi N^2}{l^2} i^2 .$$

Questa è uguale alla precedente, e coincide del pari con la pressione elettromagnetica di Maxwell.

Si può anche in questo caso considerare lo sforzo di espansione del solenoide in senso radiale, come effetto di uno sforzo interno di distensione del filo che lo compone, in senso tangenziale, e questo può essere calcolato col solito artificio. Introducendo una nuova variabile, che misuri la lunghezza complessiva del filo

$$2\pi RN = a ,$$

in relazione a questa il coefficiente di selfinduzione vale

$$L = \frac{4\pi^2 N^2 R^2}{l} = \frac{a^2}{l} .$$

e l'energia potenziale elettromagnetica

$$-\frac{1}{2}\,\mathrm{L}\,i^2 = -\frac{a^2}{2l}\,i^2 .$$

Derivando rispetto ad a, si ottiene lo sforzo di distensione

$$-\frac{a}{l}\,i^2 = -\frac{2\pi\,\mathrm{RN}}{l}\,i^2$$

che è della stessa natura di quello calcolato come sforzo longitudinale nell'interno del filo rettilineo, ma, a fianco del fattore i^2, comune a tutte queste sollecitazioni, comprende un fattore dimensionale diverso, per la diversa configurazione attribuita al circuito. Paragonato allo sforzo integrale di espansione in senso radiale, quello di distensione del filo diventa $2\pi\,\mathrm{N}$ volte più piccolo, per cui esso può anche interpretarsi come lo sforzo integrale per ogni unità di angolo piano sottesa dal filo.

Alla stregua di queste considerazioni, le sollecitazioni interne nei conduttori attraversati da correnti si presentano in una forma più complicata di quella prevista nella teoria di Maxwell, e una verifica sperimentale completa non appare scevra di difficoltà, sia che si tratti di conduttori solidi, soggetti per tali sollecitazioni a deformarsi elasticamente, sia che si tratti di vene fluide, nell'interno delle quali quelle sollecitazioni si trasmettono da strato a strato, e per avventura si possono comporre con altre di vero carattere idrostatico. Il complesso di tale fenomeni assume pertanto una notevole analogia con quelli di *elettro* e *magneto-strizione*, onde per essi sembra appropriato il nome di *fenomeni di reostrizione*, suggerito dal prof. Corbino, a preferenza di quelli più o meno suggestivi proposti dai colleghi americani. E per essi è ancora interessante osservare come la legge fondamentale della elettrodinamica, racchiusa nelle classiche formole di Ampère e di Neumann, conservi pienamente la sua validità, onde i nuovi enunciati, suggeriti da Hering, appaiono, in sostanza, destituiti di fondamento.

NOTE PRESENTATE DA SOCI

Matematica. — *Sulle relazioni differenziali che legano i coefficienti di rotazione del Ricci.* Nota di CARLO DEI, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

1. Nella Memoria del Ricci intitolata *Sistemi di congruenze ortogonali in una varietà qualunque*, si prendono in considerazione n^2 funzioni $\lambda_h^{(r)}$ di n variabili indipendenti $x_1, x_2, \dots, x_n$ e gli n operatori lineari da esse definiti

$$(1) \qquad X_h f = \sum_1^n{}_r \lambda_h^{(r)} \frac{\partial f}{\partial x_r} \qquad (h = 1, 2, \dots, n)$$

(supponendo che il determinante delle $\lambda_h^{(r)}$ sia diverso da zero, sicchè i detti operatori risultino linearmente indipendenti).

Coll'associare ad ognuno di questi le rispettive caratteristiche, cioè la congruenza di linee definita dalle equazioni differenziali

$$\frac{dx_1}{\lambda_h^{(1)}} = \frac{dx_2}{\lambda_h^{(2)}} = \cdots = \frac{dx_n}{\lambda_h^{(n)}} \qquad (h = 1, 2, \dots, n),$$

e facendo intervenire una metrica opportunamente definita della varietà analitica $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, il Ricci introdusse i cosiddetti *coefficienti di rotazione* dell'ennupla $\lambda_h^{(r)}$.

Sono questi i noti invarianti del 1° ordine

$$(2) \qquad \gamma_{hki} = -\gamma_{khi} \qquad (h, k, l = 1, 2, \dots, n).$$

Essi dipendono dalle λ e dalle loro derivate prime in un modo che non ci importa ora di richiamare, bastando al nostro scopo l'osservazione che le γ rimangono individuate dalle funzioni alternate degli n operatori (1). Queste infatti sono del tipo

$$(3) \qquad (X_k, X_h) f = X_k X_h f - X_h X_k f = \sum_1^n{}_i c_{khi} X_i f,$$

dove le c designano funzioni delle x (ovvie combinazioni delle λ e delle loro derivate prime) che godono, per questa stessa loro definizione, della proprietà di emisimmetria rispetto ai primi due indici; cioè

$$(4) \qquad c_{hki} = -c_{khi}.$$

Ora le γ sono legate alle c dalle identità [1]

$$c_{ihk} = \gamma_{ihk} - \gamma_{ikh} \tag{5}$$

le quali, unitamente alle (2), forniscono senz'altro le γ come combinazioni lineari delle c.

Tutto ciò premesso, ricordiamo che il Ricci riconobbe, sfruttando sempre la metrica della varietà, ed appoggiandosi sulle note proprietà dei simboli di Riemann, che i suoi coefficienti di rotazione sono legati da notevoli relazioni differenziali.

Io mi propongo qui di ritrovare queste relazioni differenziali senza fare intervenire nè i simboli di Riemann nè alcuna considerazione d'indole geometrica. Mostrerò anzi che si può raggiungere l'intento per due vie diverse: sia considerando direttamente gli operatori (1) e ricorrendo alla ben nota identità di Poisson-Jacobi; sia, con procedimento per così dire duale, sostituendo agli n operatori gli n pfaffiani associati e tenendo conto dell'identico annullarsi del covariante trilineare [derivato del derivato secondo il sig. Cartan [2]].

Non mi consta che queste osservazioni sieno state mai rese di pubblica ragione, ma ho saputo che il prof. Amaldi vi era già da tempo pervenuto per suo conto, e mi faccio dovere di dargliene atto nella presente occasione. Lo stesso prof. Amaldi mi ha cortesemente informato che già il sig. Zorawski [3] (generalizzando le identità che si incontrano nella teoria dei gruppi finiti) ebbe a fare uso delle relazioni differenziali tra le c, senza però rilevarne la coincidenza coi risultati del Ricci.

2. Prendiamo tre operatori lineari X_k, X_h, X_l. È noto che fra essi passa la relazione identica [4] (detta identità di Poisson-Jacobi):

$$\big((X_k, X_h), X_l\big) f + \big((X_h, X_l), X_k\big) f + \big((X_l, X_k), X_h\big) f = 0 .$$

Il 1° termine sviluppato rappresenta la somma

$$(X_k, X_h) X_l f + X_l (X_h, X_k) f ,$$

[1] Cfr. Ricci e Levi-Civita, *Méthodes de calcul différentiel absolu et leurs applications* (Mathematische Annalen, vol. LIV, 1900); Levi-Civita, *Tipi di potenziali che si possono far dipendere da due sole coordinate*, § 4 (Memorie della R. Acc. delle Scienze di Torino, tom. XLIX, 1899).

[2] Cfr. *Leçons sur les invariants intégraux*, p. 71 [Paris, Hermann, 1922].

[3] K. Zorawski, *Ueber gewisse Transformationseigenschaften der vielfachen Integrale* (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1909, p. 523).

[4] Cfr., per es., Bianchi, *Teoria dei gruppi continui finiti di trasformazioni* (Pisa, Spoerri, 1918).

dove, come risulta immediatamente dalle (3),

$$(X_k, X_h)\, X_l f = \sum_1^n{}_i\, c_{hki}\, X_i\, X_l f,$$

$$X_l\,(X_h, X_k) f = X_l \sum_1^n{}_i\, c_{hki}\, X_i f = \sum_1^n{}_i\, X_i f\, X_l\, c_{hki} + \sum_1^n{}_i\, c_{hki}\, X_l\, X_i f.$$

Se ora sommiamo queste due relazioni e le altre quattro analoghe che si hanno per trasposizione ciclica degli indici k, h, l nell'ordine scritto, l'identità di Poisson-Jacobi si scriverà:

$$\sum_1^n{}_i \Big\{ c_{hki}\,(X_l, X_i) f + c_{lhi}\,(X_k, X_i) f + c_{kli}\,(X_h, X_i) f \Big\} +$$

$$+ \sum_1^n{}_i\, X_i f\,(X_l\, c_{hki} + X_k\, c_{lhi} + X_h\, c_{kli}) = 0.$$

Ma, siccome

$$\sum_1^n{}_i\, c_{hki}\,(X_l, X_i) f = \sum_{1}^{n}{}_{ij}\, c_{hki}\, c_{lij}\, X_j f.$$

si ha ulteriormente

$$\sum_1^n{}_j\, X_j f \Big\{ \sum_1^n{}_i\,(c_{hki}\, c_{lij} + c_{lhi}\, c_{kij} + c_{kli}\, c_{hij}) + X_l\, c_{hkj} + X_k\, c_{lhj} + X_h\, c_{klj} \Big\} = 0.$$

Questa identità deve sussistere qualunque sia la funzione f (1). Perciò (data l'indipendenza lineare degli operatori X) dovrà essere identicamente nullo il coefficiente di $X_j f$. Sviluppando le due parti di tale coefficiente in base alle (5) e ordinando convenientemente, risulta:

$$X_l\, c_{hkj} + X_k\, c_{lhj} + X_h\, c_{klj} =$$

$$= (X_l\, \gamma_{jhk} - X_k\, \gamma_{jhl}) + (X_k\, \gamma_{jlh} - X_h\, \gamma_{jlk}) + (X_h\, \gamma_{jkl} - X_l\, \gamma_{jkh}),$$

$$\sum_1^n{}_i\,(c_{hki}\, c_{lij} + c_{lhi}\, c_{kij} + c_{kli}\, c_{hij}) = \sum_1^n{}_i \Big\{ \gamma_{jhi}(\gamma_{ikl} - \gamma_{ilk}) + \gamma_{ijl}\, \gamma_{ihk} - \gamma_{ijk}\, \gamma_{ihl} \Big\}$$

$$+ \sum_1^n{}_i \Big\{ \gamma_{jli}(\gamma_{ihk} - \gamma_{ikh}) + \gamma_{ijk}\, \gamma_{ilh} - \gamma_{ijh}\, \gamma_{ilk} \Big\}$$

$$+ \sum_1^n{}_i \Big\{ \gamma_{jki}(\gamma_{ilh} - \gamma_{ihl}) + \gamma_{ijh}\, \gamma_{ikl} - \gamma_{ijl}\, \gamma_{ikh} \Big\}.$$

(1) Scelto per es. f tale che $X_1 f = 0 \ldots$ $X_{j'} f \neq 0 \ldots$ $X_n f = 0$ si ha che il coefficiente è nullo per $j = j'$.

Se ora si pone

$$(6)\quad \gamma_{jh,kl} = X_l\,\gamma_{jhk} - X_k\,\gamma_{jhl} + \sum_1^n{}_i \Big\{ \gamma_{jhi}(\gamma_{ikl} - \gamma_{ilk}) + \gamma_{ijl}\,\gamma_{ihk} - \gamma_{ijk}\,\gamma_{ihl} \Big\},$$

si è, in definitiva, condotti alle identità del Ricci

$$(7)\qquad \gamma_{jh,kl} + \gamma_{jl,hk} + \gamma_{jk,lh} = 0\,.$$

Dalle posizioni (6), per la proprietà emisimmetrica dei coefficienti di Ricci rispetto ai primi due indici, risulta l'emisimmetria delle $\gamma_{ih,kl}$ tanto rispetto alla prima, quanto alla seconda coppia di indici. Inoltre, se si considerano, oltre alla relazione (7), le altre tre analoghe ottenute per sostituzione circolare degli indici, e dalla somma della prima ed ultima si toglie la somma della seconda e terza, risulta come necessaria conseguenza la relazione di simmetria (rispetto alle coppie di indici)

$$\gamma_{jh,kl} = \gamma_{kl,jh}\,.$$

3. Può interessare vedere come le stesse proprietà delle γ a quattro indici si ricavano dalla teoria dei pfaffiani. Accanto alle funzioni $\lambda_h^{(r)}$ si considerino gli elementi reciproci $\lambda_{h/r}$ del determinante da esse formato e si introducano gli n pfaffiani

$$\psi_h = \sum_1^n{}_r\, \lambda_{h/r}\, dx_r \qquad (h = 1, 2, \ldots, n).$$

La signorina Carpanese [1] ha rilevato che, previa conveniente definizione dei differenziali secondi delle variabili indipendenti x, si ha identicamente

$$u_i = (d'\,d'' - d''\,d')\,\psi_i = \sum_{1\,hkq}^{n} \gamma_{ih,qk}\,\psi_h\,\psi'_k\,\psi''_q\,,$$

ove ψ', ψ'' sono gli stessi pfaffiani ma relativi agli incrementi d', d'' delle x.

Se consideriamo accanto all'invariante u_i i seguenti due invarianti, costruiti analogamente:

$$u'_i = (d''\,d - d\,d'')\,\psi'_i = \sum_{1\,hkq}^{n} \gamma_{ih,qk}\,\psi'_h\,\psi''_k\,\psi_q\,,$$

$$u''_i = (d\,d' - d'\,d)\,\psi''_i = \sum_{1\,hkq}^{n} \gamma_{ih,qk}\,\psi''_h\,\psi_k\,\psi'_q\,,$$

e formiamo il così detto covariante trilineare $u_i + u'_i + u''_i$, si riconosce che

$$u_i + u'_i + u''_i = 0\,.$$

[1] Cfr. *Parallelismo e curvatura in una varietà qualunque* (Annali di Matematica, tom. XXVIII, 1919).

Per questo osserviamo che, essendo le $\lambda_{i/r}$ funzioni del posto, risulta

$$(d'\,d'' - d''\,d')\,\psi_i = \sum_1^n{}_r\, \lambda_{i/r}\,(d'\,d'' - d''\,d')\,dx_r.$$

Dunque potremo scrivere

$$u_i + u'_i + u''_i =$$
$$\sum_1^n{}_r\, \lambda_{i/r} \Big\{ (d'\,d'' - d''\,d')\,dx_r + (d''\,d - d\,d'')\,d'x_r + (d\,d' - d'\,d)\,d''x_r \Big\}.$$

Alla variabile x_r sono applicate tre caratteristiche di variazioni in ognuno dei sei termini compresi entro la parentesi a graffa. Considerando quei due termini che hanno la stessa caratteristica esterna, si vede, per l'invertibilità delle differenziazioni interne, che essi si annullano, e ciò prova l'asserto. D'altra parte, scambiando ciclicamente gli indici h, k, q in u'_i, u''_i, si ha

$$u_i + u'_i + u''_i = \sum_1^n{}_{hkq}\, \psi_h\, \psi'_k\, \psi''_q \Big\{ \gamma_{ih,qk} + \gamma_{ik,hq} + \gamma_{iq,hk} \Big\} = 0$$

il cui annullarsi identico, cioè per ogni i e qualunque siano le $\psi_h, \psi'_k, \psi''_q$, riporta appunto alla relazione ciclica (7).

Chimica. — *Nuove sintesi dell'acido cianidrico mediante l'effluvio elettrico.* Nota di Luigi Francesconi e Adolfo Ciurlo, presentata dal Corrisp. N. Parravano.

È notissimo che il Berthelot (1) nel 1869, con la scintilla, riuscì ad unire l'acetilene con l'azoto e formare una notevole quantità di acido cianidrico. In seguito il Berthelot (2) stesso sottoponendo alcuni miscugli gassosi all'azione dell'effluvio elettrico, ne studiò anche l'influenza sopra eguali volumi di acetilene ed azoto. Constatò che i gas si condensavano per dare un composto solido ed amorfo che egli suppose, senza darne le ragioni, una diammina con i varî elementi nel rapporto $C^{18}H^{18}N^2$.

Dopo Berthelot l'azione dell'effluvio elettrico sull'acetilene fu ripreso dal Jovitschitsch (3), dal Losanitsch (4) ed infine dal Kaufmann (5) i quali studiarono l'acetilene solo e unito ad altre sostanze. Il Losanitsch concluse che l'acetilene, da solo, si condensa per dare un composto avente la caratteristica di assorbire energicamente l'ossigeno. Ciò chiariva il fatto non spiegato dal Jovitschitsch il quale nell'analisi dei prodotti di condensazione tro-

(1) Bull., 1869 (XI), pag. 446; Ann, 1869, v. 150, pag. 60.
(2) C R., t. 126, pag. 567.
(3) Bull., 1908, IV, 1118.
(4) Ber., 40, 4, pag. 4659.
(5) Ann., V, 417, pag. 34.

vava un *deficit* in carbonio e idrogeno che poteva raggiungere il 22%. Kaufmann ammise trattarsi di un composto della serie aromatica.

Noi riprendemmo gli studî del Berthelot non solo per vedere come l'acetilene e l'azoto si comportavano nelle varie condizioni sperimentali realizzabili praticamente cioè: a temperatura ordinaria sotto l'azione della luce e dell'effluvio elettrico e a temperatura elevata senza e con catalizzatore; soffermandoci di più sopra l'azione dell'effluvio elettrico per completare gli studî già fatti, cercando di interpretare la genesi e la costituzione dei composti ed estenderla ad altri idrocarburi.

Del risultato delle nostre ricerche sull'acetilene con l'azoto si riferirà in altra circostanza. Nella presente Nota diamo notizia di un'interessante sintesi che abbiamo ottenuto mediante l'effluvio elettrico, *per prendere data e riserbarci il campo di ricerca*, poichè sulle trasformazioni con l'effluvio elettrico, sebbene con diverso orientamento, altri stanno lavorando.

Già studiando l'azione dell'effluvio elettrico sopra un miscuglio di acetilene ed azoto avevamo notato la formazione di tracce di un composto dotato di un fortissimo odore rassomigliante a quello degli isonitrili. Estendendo le nostre ricerche al miscuglio di etilene ed azoto, ci venne fatto di isolare tra i prodotti della reazione una piccola quantità di liquido oleoso possedente spiccato odore di isonitrile. La formazione simultanea di acido cianidrico, che in detta reazione avevamo dimostrato, ci mise sulla via per spiegare il fatto e ci determinò a sperimentare l'azione dell'acido cianidrico stesso sull'etilene.

Invero un composto isonitrilico non poteva risultare che come prodotto secondario dall'etilene con l'acido cianidrico derivante dalla reazione:

$$C^2H^4 + N^2 = 2HCN + H^2$$

da cui:

$$C^2H^4 + CNH = C^2H^5 - N \equiv C.$$

Posti su questa traccia abbiamo fatto ricerche con acido cianidrico ed etilene, le quali ci condussero al risultato di cui appresso.

Dapprima trovammo difficoltà nel preparare l'acido cianidrico, poichè col metodo del Pessina (ferrocianuro di potassio + ac. solforico) distillava una grande quantità di acqua e col metodo di preparazione dal cianuro di potassio non si aveva uno sviluppo regolare. Abbiamo perciò trovato più conveniente preparare, in una prima fase, l'acido cianidrico liquido (dal cianuro di K) e svilupparlo poi, per la reazione, riscaldandolo cautamente. Ottenemmo così uno sviluppo molto più regolare, ciò che è interessante per l'andamento della reazione dovendosi trovare i due gas, possibilmente sempre in volumi eguali.

L'apparecchio consiste in un palloncino a tubolatura laterale A nel quale si prepara l'ac. cianidrico ($2KCN + H^2SO^4$) in comunicazione con un pallon-

cino B nel quale si raccoglie l'acido cianidrico liquido. Questo secondo palloncino a sua volta è in comunicazione con la boccia di lavaggio L avente lo scopo di lasciar osservare la quantità di ac. cianidrico che si sviluppa. La boccia di lavaggio è unita a un tubo a T che serve ad unire l'etilene con l'ac. cianidrico. I gas mescolati passano in un tubo U a cloruro di calcio e quindi nell'*elettrizzatore* od *ozonizzatore di Berthelot*. L'elettrizzatore è unito ad un palloncino a tubolatura laterale immerso nell'acqua e ghiaccio e unito a sua volta a due boccie di lavaggio L', L'' contenenti rispettivamente una soluzione di potassa e alcool.

All'inizio dell'esperienza B, L e U sono immersi in acqua e ghiaccio; quando tutto l'ac. cianidrico è condensato in B, s'interrompe la comunicazione di B con A, si immergono L ed U nell'acqua a 40° e B si riscalda leggermente con acqua tiepida.

Allorchè si è spostata tutta l'aria nell'apparecchio, si comincia a generare la scarica elettrica silenziosa.

Dopo un'ora e mezza di funzionamento si ottiene, da un litro di etilene, circa un cc. di un liquido oleoso dall'odore ben noto, caratteristico e nauseante degli isonitrili e leggermente colorato in giallo, che mischiato con poca acqua vi galleggia e con molta vi si scioglie.

Il liquido ottenuto, distillato in corrente di vapore in soluzione alcalina per liberarlo da piccole quantità di ac. cianidrico, poi saponificato con ac. cloridrico diluito, dà un cloridrato di un'ammina primaria che fu riconosciuta per etilammina e ridà l'isonitrile reagendo con cloroformio e potassa, ed insieme ac. formico. Unito al cloridrato troviamo del cloruro di ammonio proveniente dalla saponificazione del nitrile che si forma simultaneamente.

Le sintesi che noi abbiamo realizzato sono perciò le seguenti:

(1) $$\begin{matrix} CH^2 \\ \| \\ CH^2 \end{matrix} + C \equiv N - H = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CH^2 - N \equiv C \end{matrix}$$

(2) $$\begin{matrix} CH^2 \\ \| \\ CH^2 \end{matrix} + C \equiv N - H = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CH^2 - C \equiv N \end{matrix}$$

Come vedesi è una sintesi fondamentale che ci fa prevedere la generale applicazione ai composti olefinici.

L'ac. cianidrico è forse il composto più attivo per le sintesi organiche; nella monografia di A. Pagniello (1) si trovano indicate e descritte le reazioni nelle quali o allo stato libero o di sale egli prende parte; le sue sintesi sono fra le più note ed importanti per la chimica organica.

(1) *L'ac. cianidrico e la sua funzione nelle sintesi organiche naturali ed artificiali.* Venezia, tip. Emiliana, 1912.

Ricordiamo quella dei nitrili e degli isonitrili (reazione dei cianuri di Ag e di K con i solfati alchilici e con gli alogeno-alchili), le cianidrine (dalle aldeidi e dai chetoni). La loro importanza aumenta per le trasformazioni che in seguito si possono far subire al gruppo nitrilico (in amminico, con H nascente, e in amidico e carbossilico) ed al gruppo isonitrilico (in amminico per azione degli acidi diluiti) donde le sintesi dirette dei tipi più svariati di sostanze organiche.

Tutte queste sintesi si basano sovente o su un doppio scambio di un gruppo nitrilico o isonitrilico con un alogeno, o su una addizione dell'ac. cianidrico ad un'aldeide o chetone.

Non è a nostra conoscenza che l'ac. cianidrico si sia mai sommato a composti olefinici direttamente come fa l'ac. cloridrico e troviamo solo una nota preliminare del Comanducci (1) nella quale si accenna ad una reazione fra ac. cianidrico e acetilene simultaneamente svolti dal CaC^2 e dal KCN. Detta reazione non trovammo poi nè confermata, nè estesa.

Comunque la nostra sintesi riguarda le olefine e si compie in condizioni essenzialmente differenti. Inoltre, e ciò ha grande interesse per la questione della formula dell'ac. cianidrico libero, noi otteniamo la carbilammina, cioè questo sarebbe un caso raro in cui l'ac. cianidrico reagirebbe nella formula isonitrilica, come fa col Diazometano, secondo le ricerche di A. Peratoner e F. C. Palazzo (2).

Come importanza pratica detta sintesi ci permetterà probabilmente di ottenere, sia composti isonitrilici di grande potere odorante ed i loro derivati, le ammine, sia i nitrili e loro derivati, partendo direttamente dai composti olefinici.

Ci riserviamo pertanto di estendere lo studio di questa nostra sintesi, sui composti non saturi a doppio (terpeni ecc.) e a triplo legame, nonchè sui composti di natura aldeidica e chetonica.

Riferiamo intanto che da esperienze in corso fra l'*acetilene* e l'*acido cianidrico* abbiamo avuto esito positivo, poichè si forma abbondante quantità di un *olio* dall'odore isonitrilico straordinariamente penetrante e più intenso e nauseante di quello degli isonitrili ad un solo radicale alcoolico. Da detto olio distillato in soluzione alcalina poi idrolizzato con acido cloridrico diluito si sono ottenuti i cloridrati di etilendiammina, di ammoniaca e l'acido succinico. Ciò vuol dire che l'acido cianidrico con l'acetilene dà origine ai due isomeri cioè all'isonitrile ed al nitrile.

I nostri ringraziamenti ai chiar.mi proff. Lussana e Betti che ci permisero l'uso dei Rocchetti Rumkorff dei loro istituti per le esperienze sopradette.

(1) Rend. Soc. Ch., anno IX, fasc. I, pag. 7, 1911.
(2) G. Ch. It. 1908, pag, 102.

Fisica terrestre. — *L'umidità relativa lungo le coste adriatiche confrontata con quella della costa tirrenica della penisola italiana.* Nota del prof. Ludovico Marini, presentata dal Socio Cantone.

Studiando le condizioni meteorologiche dell'Adriatico ho raccolto dati anche dell'umidità relativa delle principali città costiere dell'una e dell'altra costa di quel mare.

In una serie di Note che vengono pubblicate nel Bollettino bimensuale della Società meteorologica italiana, è particolarmente indicato da quali fonti i dati delle singole località sono desunti o in base a quali sono calcolati. Nella seguente tabella ho riassunto i valori medî mensili e stagionali.

Umidità relativa.

Località	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno	Periodo num. anni
Venezia	80	77	74	73	70	68	65	67	72	77	79	79	79	72	67	76	74	39
Padova	78	73	69	66	63	61	59	62	68	75	78	80	77	66	61	68	69	35
Pesaro	81	78	74	71	70	66	62	65	71	77	81	81	80	72	64	76	73	20
Ancona	78	74	71	70	67	64	58	60	66	72	76	77	76	69	61	71	69	31
Fermo	83	79	71	71	70	64	58	59	69	79	85	83	82	71	60	78	73	13
Bari	74	71	67	67	66	63	59	60	66	70	73	76	74	67	61	70	68	26
Lecce	76	75	68	66	60	52	51	54	62	72	75	77	76	65	52	70	66	40
Trieste	71	69	67	65	65	65	61	62	66	72	71	71	70	66	63	70	67	40
Pola	77	76	76	75	74	72	68	69	74	78	78	79	77	75	70	77	75	41
Fiume	67	66	68	68	70	71	66	67	73	76	72	80	68	69	68	74	70	30
Lussinpiccolo. .	72	72	73	72	70	68	65	63	69	75	74	74	73	72	65	73	71	28
Zara	72	71	69	68	68	65	63	62	67	73	72	75	73	68	63	71	69	10
Lesina	66	65	64	66	67	64	60	61	65	69	68	67	66	66	62	67	65	41
Lissa	74	74	76	77	77	75	71	72	76	78	75	75	74	77	73	76	75	26
Pelagosa. . . .	74	73	75	76	78	77	75	75	77	77	74	73	73	76	76	76	75	16
Punta d'Ostro .	74	73	74	77	77	73	70	70	74	77	74	76	74	76	71	75	74	26
Curzola	76	77	75	75	73	73	69	68	72	78	77	78	77	74	70	76	74	18

Questi mostrano complessivamente piccole differenze e valori annuali piuttosto non bassi, compresi tra un massimo di 75 ed un minimo di 66. Non si riconosce alcuna netta distinzione tra Nord ed il Sud, tra la costa orientale e l'occidentale. La maggior umidità della costa orientale dell'Adriatico rispetto a quella della penisola italiana affermata dall'Hann (1) non appare confermata. Come generalmente ovunque in località costiere, le variazioni durante l'anno sono piuttosto piccole. In tutte le stazioni della costa italiana si mostra un minimo estivo (luglio), un massimo tra la fine di autunno ed il principio di inverno (novembre, dicembre o gennaio); la media autunnale risulta maggiore della primaverile. Sulla costa orientale troviamo andamento meno regolare. A Trieste e Pola, dei cui dati si può avere buona fiducia, appare ancora il minimo estivo, la media primaverile minore della autunnale, ma questa eguale alla invernale. A Fiume massimo risulta il valore autunnale, appresso segue quello primaverile, di solo 1 centesimo superiore a quelli invernale ed estivo, eguali.

Esaminando particolarmente i valori mensili Pola presenta ancora bene l'andamento della costa occidentale, e poco se ne discosta Trieste, ma molto più irregolare si mostra Fiume. Il basso valore anormale dell'umidità invernale a Fiume era già stato notato dall'Hann (loc. cit.), il quale mettendone pure in rilievo la discordanza con i valori di nebulosità e piovosità (questa specialmente molto elevata), e quindi dichiarandolo *veramente sorprendente*, ne dà come presumibile spiegazione la stessa data dall'Eredia per la bassa umidità invernale delle due riviere liguri (2), cioè il predominio in quella stagione dei venti asciutti settentrionali, dei meridionali per contro in estate. Tale spiegazione non sembra però poter invocarsi con eguale validità per Fiume, essendo in questa città ben diverso l'andamento annuale dell'umidità relativa da quello della riviera ligure. In quella riviera infatti si mostra un andamento perfettamente inverso a quello normale delle altre località costiere mediterranee, le quali presentano un minimo estivo ed un massimo invernale, avendosi ivi invece un massimo ben spiccato superiore a 70 nell'estate, ed un minimo intorno, ed anche inferiore, a 60 nell'inverno, mentre a Fiume il massimo appare in autunno ed i valori invernale, primaverile ed estivo sono pressochè identici. Neppure la relativa frequenza dei venti a Fiume corrisponde a quella menzionata della riviera ligure, come si riconosce dai seguenti dati ricavati da altra mia pubblicazione (3):

(1) Hann, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart, Engelhorn, 1908-11.

(2) Eredia, *L'umidità relativa alla riviera ligure*. Rivista agraria. 3ª decade di decembre, 1907.

(3) Marini, *I venti dell'Adriatico*. Rivista marittima, ottobre, 1921.

	VENTI			
	Settentrionali	Orientali	Meridionali	Occidentali
	—	—	—	—
Inverno	40	32	14	14
Estate	24	22	22	32

dai quali non è confermata affatto la vantata prevalenza dei venti meridionali in estate. Potrebbe tuttavia invocarsi a rendere ragione genericamente dell'essere il valore invernale dell'umidità relativamente meno elevata nelle località della costa orientale e principalmente nelle più settentrionali rispetto a quella della costa occidentale, la prevalenza sulla prima costa nell'inverno dei venti settentrionali e del 1° quadrante, più specialmente di quelli detti di Bora tra NNW e NE.

Le altre stazioni più meridionali della stessa costa, anche se si voglia eccettuare Lussin piccolo che torna, almeno per le medie stagionali a ravvicinarsi a Trieste e Pola, mostrano tutte andamenti irregolari. Non è tuttavia giusto attribuire grande importanza a tali irregolarità, data la limitata ampiezza dell'intervallo tra i valori massimo e minimo tra i quali sono compresi i diversi mensili, le diversità del metodo di determinazione dei dati di umidità e la poca esattezza in generale di essi, e lo scarso significato rispetto all'andamento di un elemento così che possono avere rapidamente, irregolarmente e notevolmente variabile le medie dedotte da tre sole osservazioni giornaliere ad ore fisse. Un esame più accurato, particolareggiato e completo fatto su dati di umidità che presentino veramente qualche valore messi in relazione con i venti regnanti, studiati pure questi su serie di dati completi, merita così una speciale considerazione e costituisce un tema di ricerca molto importante.

Il prof. De Marchi (1) deduceva già dalle condizioni bariche medie e da quelle conseguenti dai venti, che la costa tirrenica italiana si deve distinguere dalla adriatica per un inverno sensibilmente meno umido e portava a conferma i dati di umidità di Livorno e di Ancona. La seguente tabella contenente dati di umidità di altre località costiere italiane, non sull'Adriatico, dati desunti da una pubblicazione del prof. Omodei (2), dimostra la verità dell'asserto del De Marchi, facendo vedere in confronto a quelli della tabella precedente che appunto le località della costa adriatica italiana hanno nell'inverno un'umidità relativa un poco maggiore di quella delle

(1) Marinelli ed altri, *La Terra*. Trattato popolare di geografia universale, Vallardi, Milano, vol. IV, parte I, cap. VII, *Il clima d'Italia* (De Marchi).

(2) Omodei, *Cenni meteorologici sulle coste e sui mari italiani* in Prefazione al *Portolano delle coste d'Italia*. R. Istituto Idrografico, Genova, 1911.

altre regioni costiere italiane, mentre nelle altre stagioni tale condizione non si verifica egualmente. Non risulta dimostrata però completamente l'altra deduzione dello stesso autore che « il clima adriatico è generalmente molto « umido d'inverno e piuttosto asciutto d'estate, il clima tirrenico ed insu- « lare ha un'umidità non molto alta, ma quasi costante per tutto l'anno »;

Località	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno	Periodo
Spezia. .	69	67	65	64	64	64	61	62	66	70	69	71	69	64	62	68	66	1896–1904
Livorno .	66	70	68	66	64	64	61	62	64	72	71	71	69	66	62	69	67	1896–1909
Napoli. .	69	69	68	68	66	67	63	63	66	73	71	72	70	67	64	70	68	id.
Cagliari .	71	69	68	65	59	58	54	58	63	69	72	73	71	64	57	68	65	id.
Messina .	68	68	66	65	62	62	59	60	63	69	70	70	69	64	60	67	65	id.
Palermo .	75	72	69	69	66	66	64	64	68	73	74	77	74	68	65	72	70	id.
Trapani .	69	68	69	70	70	71	70	68	67	70	71	72	70	70	70	69	70	id.
Catania .	66	64	64	62	55	53	51	54	61	67	70	69	66	60	53	68	61	id.
Girgenti .	68	67	64	59	50	47	39	44	54	64	68	71	69	58	43	62	58	id.
Siracusa	67	67	69	69	69	70	67	67	69	71	71	69	68	69	68	70	69	id.

in quanto che i valori medî invernali delle coste adriatiche non sono poi eccessivamente più elevati rispetto a quelli delle tirreniche ed insulari, e maggiormente ancora per l'estate i valori lungo la costa adriatica non sono affatto più bassi di quelli delle coste tirreniche ed adriatiche, essendo anche i valori 52 di Lecce e 53 di Bologna, riportati dal De Marchi di località alquanto entro terra e non propriamente costiere, ed inoltre tra i valori medî delle stagioni si notano pure per località tirreniche ed insulari differenze non considerevolmente diverse che per le adriatiche.

Dal confronto dei valori medî delle due coste occidentale ed orientale dell'Adriatico sembrerebbero risultare analoghe relazioni, ancora non ben nettamente pronunciate però, di quelle che appaiono, tra le due coste della penisola italiana nelle varie stagioni e complessivamente nell'anno.

Ambedue le tabelle riportate mostrano tuttavia per varie località andamenti annuali varî ed irregolari che abbisognano perciò di accurate verifiche su dati di accertata esattezza e valore, e meritano particolare esame.

Chimica. — *Costituzione chimica dell'acido artemisico* (1). Nota di P. Bertolo, presentata dal Socio R. Nasini.

L'artemisina differisce dalla santonina per avere nella sua composizione un atomo di ossigeno in più, mentre contiene lo stesso nucleo fondamentale naftalico collegato con la catena dell'acido propionico. L'artemisina, pur conservando la stessa struttura fondamentale della santonina e lo stesso aggruppamento lattonico, tuttavia possiede caratteri, proprietà e comportamento, verso i varî agenti chimici, assai differenti dalla santonina. E certamente tali notevoli differenze sono dovute all'influenza che esercita l'ossigeno in più nella molecola dell'artemisina e alla diversa distribuzione delle valenze tra i varî elementi.

Nel modo più semplice e più sicuro si sarebbe potuta dimostrare la costituzione chimica dell'artemisina mediante la sua trasformazione in santonina o in uno dei suoi derivati; ma finora una tale trasformazione non si è potuta verificare, nè con riducenti blandi, nè con riducenti energici. Solamente mi è stato possibile ottenere, per profonda scissione della molecola, i due nuclei costituenti principali, il p-dimetilnaftolo e l'acido propionico (2), che sono identici a quelli ottenuti dai derivati della santonina.

Inoltre, dalle ricerche finora eseguite ho potuto stabilire:

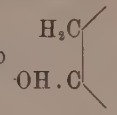
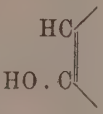
1°) Che l'artemisina è il lattone di un ossiacido, instabile, come l'acido santoninico di Hesse, che potrebbe denominarsi *acido artemisinico*, la cui formazione è stata dimostrata dall'analisi dei suoi sali.

Tale acido, appena messo in libertà, perde lentamente acqua, e rigenera il lattone primitivo, cioè l'artemisina (3).

Il legame lattonico risulta formato dall'unione del gruppo carbossilico -COOH, appartenente all'acido propionico, con un carbonio della catena naftalica, probabilmente quello in posizione γ, adiacente al carbonio che tiene legata la catena propionica.

2°) Che il terzo atomo di ossigeno trovasi allo stato di -CO carbonilico o cetonico, come si è potuto dimostrare con la formazione dei rispettivi composti ottenuti con l'idrossilamina e con la fenilidrazina (4), e che il carbonile può facilmente trasformarsi in -C-OH fenico, la cui esistenza si è dimostrata nella demotropo-artemisina (5), nell'acido artemisico e nel prodotto

(1) Dall'Istituto di Chimica farmaceutica della R. Università di Catania.
(2) Rend. R. Acc. Lincei, vol. XI, 1° sem., fasc. 2°, pag. 490.
(3) Rend. R. Acc. Lincei, vol. X, fasc. 5°, pag. 113.
(4) Loco citato, pag. 115; Gazz. chim. ital., vol. 41 (1911), parte II.
(5) Gazz. chim. ital., anno 50°, parte I, fasc. II (1920).

di riduzione con cloruro stannoso (1). E per la facilità che ha il -CO carbonilico a passare nella forma enolica, bisogna ammettere che esso si trovi in prossimità ad un $-CH_2$ metilenico sotto forma del gruppo  il quale, per desmotropia, si trasforma in  , per la tendenza che ha il nucleo aliciclico biidrogenato a tramutarsi in nucleo aromatico.

In riguardo alla posizione di detto -CO cetonico, bisogna ritenere che si trovi nell'anello dimetilato e non nell'anello che tiene legata la catena propionica, appunto per il fatto che, per fusione con potassa caustica dei derivati dell'artemisina, si ottiene il *p-dimetilnaftolo*; mentre, se il -CO si trovasse nell'altro anello, si dovrebbe ottenere un p-dimetilnaftolo isomero, la qualcosa non avviene.

3°) Che l'artemisina, per riduzione con zinco in soluzione acetica, produce, come la santonina, due deidropinaconi isomeri (2) *senza perdere l'atomo di ossigeno in più*. In questi composti l'aggruppamento pinaconico è avvenuto a spese del CO cetonico, come lo prova il fatto che essi non reagiscono più con l'idrossilamina, nè con la fenilidrazina.

4°) Che l'artemisina, per riduzione con cloruro stannoso ed acido cloridrico (3), *perde solamente l'atomo di ossigeno in più*, originando una sostanza di composizione uguale alla santonina ($C_{15}H_{18}O_3$), con funzione desmotropica, ma differente nei caratteri e nel comportamento chimico dalle desmotroposantonine già note. Questa sostanza, per fusione con potassa caustica, si scinde nettamente in p-dimetilnaftolo e acido propionico.

5°) Che l'artemisina, per azione dell'acido cloridrico, dà origine ad una sostanza di natura acida, della composizione $C_{15}H_{16}O_3$, e che ho nominato *acido artemisico* (4). La stessa sostanza si origina anche per trattamento con l'acido solforico, in certe date condizioni.

Nel comportamento quindi verso gli acidi minerali, l'artemisina presenta notevole differenza rispetto alla santonina, la quale conserva l'aggruppamento lattonico con più resistenza; e l'azione degli acidi si limita a determinare in essa solamente la trasformazione del -CO carbonilico in -C.OH fenico, originando le desmotroposantonine.

L'acido artemisico differisce dalla sostanza madre per una molecola di acqua in meno, rappresentando, direi quasi, un prodotto di disidratazione.

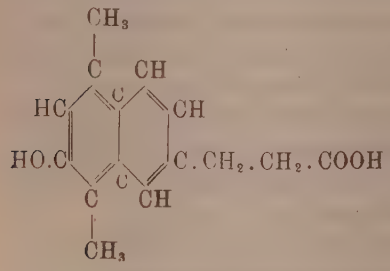
(1) Gazz. chim. ital., vol. 34 (1904), parte II.
(2) Gazz. chim. ital., vol. 35 (1905), parte II.
(3) Rend. R. Acc. Lincei, vol. XI, 1° sem., fasc. II.
(4) Rend. R. Acc. Lincei, vol. XXII, sem. 2°, serie V, pag. 273.

Avendo acquistato tale sostanza, oltre alla diversa funzione ed al diverso comportamento, anche un equilibrio molecolare assai stabile, ho creduto opportuno fermarvi il mio studio, con l'intendimento di stabilirne la costituzione e potere da essa ricostruire la formula della sostanza madre, la quale presenta la caratteristica di un corpo instabile perchè dà luogo a varie trasposizioni molecolari, originando derivati di diversa funzione.

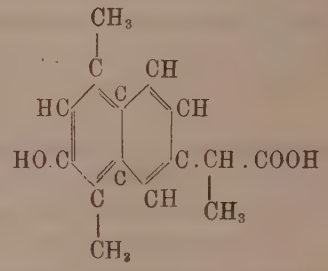
L'acido artemisico, come fu dimostrato con l'analisi del sale di bario e degli eteri metilico ed etilico, contiene due atomi di ossigeno impegnati per l'aggruppamento carbossilico -COOH, il quale appartiene alla catena dell'acido propionico. Il terzo atomo di ossigeno trovasi allo stato di -OH fenico, come fu dimostrato con la formazione di un derivato benzoilico dell'etere etilico dell'acido artemisico (1).

E dato che, per fusione con potassa caustica, si origina il p-dimetilnaftolo, devesi ritenere che nell'acido artemisico non trovasi intaccato il nucleo fondamentale della sostanza madre, e che l'OH fenico sia quello in essa preesistente sotto forma di O cetonico, mentre l'atomo di ossigeno, eliminatosi insieme con due atomi di idrogeno, è appunto quello che l'artemisina contiene in più rispetto alla santonina. *L'acido cloridrico quindi, reagendo sull'artemisina, ha determinato, oltre alla eliminazione di una molecola di acqua, anche la rottura del legame lattonico e la trasformazione del* -CO *carbonilico in* -C.OH *fenico.*

Per tali considerazioni non mi sembra azzardato potere assegnare all'acido artemisico una delle due possibili formole:



I



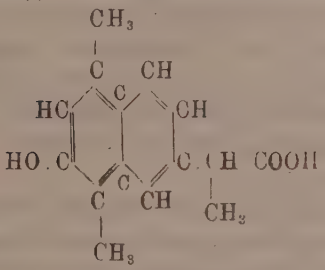
II

Di queste formole ritengo debba preferirsi la II, dove il nucleo naftolico trovasi collegato con la catena propionica nel C in posizione α, costituente cioè il gruppo $-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}.COOH$, per il fatto che l'acido artemisico è dotato di potere rotatorio destrogiro ($\alpha^D = +70°,4$), ed essendo un composto disidrogenato, secondo la teoria di van't Hoff e Le Bel, non può contenere

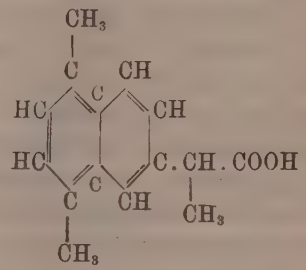
(1) Loco citato, pag. 274.

più di un solo atomo di C asimmetrico, il quale non può trovarsi se non nella catena laterale, come è indicato nello schema II. Mentre se il nucleo naftolico si trovasse collegato col C in posizione β, costituente il gruppo $-CH_2-CH_2-COOH$, il corpo risultante dovrebbe essere inattivo.

L'acido artemisico sarebbe quindi un *acido dimetil-naftol-propionico* e si potrebbe considerare come *acido santonoso disidrogenato* o come *acido santinico* contenente un -OH fenico nell'anello dimetilato, sostanza che non è stata ottenuta, nè dall'uno, nè dall'altro derivato tipico della santonina. Devesi anzi aggiungere che la formola di costituzione dell'acido artemisico ha somiglianza con quella assegnata da Gucci e Grassi-Cristaldi all'acido santinico [1]:



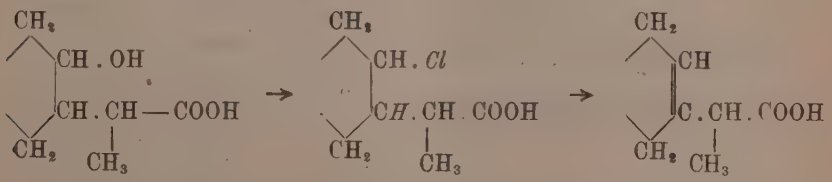
Acido aretmisico



Acido santinico

Tale identica costituzione troverebbe un certo riscontro nell'identica maniera di genesi dei due acidi dalle rispettive sostanze madri. Infatti, come l'acido santinico si origina dall'iposantonina per azione degli acidi cloridrico e iodidrico, con la formazione di un composto intermedio biidrogenato (l'*acido biidrosantinico*), similmente l'acido artemisico si origina dall'artemisina per azione dell'acido cloridrico, senza però la formazione del corrispondente composto intermedio biidrogenato.

La formazione dell'acido artemisico pertanto si può interpretare ammettendo che in una prima fase l'acido cloridrico agisca sull'artemisina sciogliendo il legame lattonico e formando l'ossiacido corrispondente, cioè l'*acido artemisinico* il quale, contenendo l'ossidrile alcoolico secondario -CH . OH, forma il rispettivo cloruro, come composto intermedio, che, essendo instabile, appena formatosi elimina HCl, e dà luogo ad un acido biidrogenato, che potremmo chiamare acido *biidro-artemisico*



(1) Gucci e Grassi-Cristaldi, Gazz. chim. ital., vol. XXII, parte I (1892).

In una seconda fase due atomi di idrogeno del composto biidrogenato si eliminano, probabilmente sotto forma di acqua, con l'atomo di ossigeno in più, originandosi in tal modo l'acido artemisico.

In tale ultima trasformazione si può ritenere, per conseguenza, che l'atomo di ossigeno in più eserciti la stessa azione ossidante che spiega lo iodio nella trasformazione dell'acido biidro-santinico in acido santinico, eliminando cioè i due atomi di idrogeno aggiunti ad uno degli anelli del nucleo naftalico, il quale ha anche la tendenza a consolidarsi in nucleo aromatico.

L'analogia di costituzione dell'acido artemisico con l'acido santinico viene avvalorata da una certa somiglianza nei caratteri fisici dei due composti, nella solubilità, nel punto di fusione assai vicino (l'acido artemisico fonde a 136°; l'acido santinico fonde a 132°) e nel potere rotatorio, che per l'acido artemisico è eguale a $\alpha_D = +70°.4$ e per l'acido santinico è uguale ad $\alpha_D = +61°,88$. Tale somiglianza dimostra che l'atomo di ossigeno contenuto in più nella molecola dell'acido artemisico, allo stato di -OH fenico, pur comunicando ad esso una funzione fenolica, oltre a quella acida, non ne modifica sostanzialmente la struttura chimica.

Per tutte le sopra esposte considerazioni ritengo che la formola di costituzione da me assegnata all'acido artemisico debba essere accettata senza riserva. Sarebbe assai interessante, per un' ulteriore conferma di tale formola, se si riuscisse ad ottenere l'acido artemisico per altra via, come ad esempio dai derivati della santonina, e precisamente per disidrogenazione dell'acido destrosantonoso, ripetendo i tentativi fatti, con risultati poco fortunati, da Andreocci [1], sia per azione del iodio o di altri ossidanti sugli acidi santonosi, sia ossidando l'acido disidrogenato ottenuto per azione moderata dell'idrato potassico sull'acido α-bromosantonoso [2], che Andreocci non ha potuto studiare, e che maggiormente si avvicina all'acido artemisico.

Le ricerche in proposito sono state iniziate e spero quanto prima poterne pubblicare i risultati.

(1) A. Andreocci, Gazz. chim. ital., vol. 25 (1895), parte I, pag. 547.
(2) Loco citato, pag. 547.

Chimica. — *Complessi della benzamide con i sali metallici.* Nota di L. Belladen e R. Astengo (1), presentata dal Corrispondente N. Parravano.

I. – Si conoscono pochissimi complessi metallici della benzamide. Alcuni composti col mercurio (2) e con l'argento (3) furono preparati da Tafel e Enoch. Si conosce pure la sodiobenzamide preparata da Curtius (4).

Nella presente nota riferiamo sulla preparazione di alcuni nuovi complessi molecolari della benzamide con i sali di cadmio, di rame, di antimonio e di bismuto.

II. – *Cloruro di cadmio e benzamide* $Cd[C^6H^5CONH^2]Cl^2$. — Si ottiene mescolando quantità equimolecolari di benzamide e di cloruro di cadmio sciolte in poco alcool assoluto. Si separano, dopo breve tempo, degli aghi finissimi che vennero filtrati ed asciugati alla pompa. Il prodotto può purificarsi ricristallizzandolo dall'alcool bollente. A caldo si scioglie nell'acqua decomponendosi, e per raffreddamento si separa della pura benzamide. Fonde a temperatura superiore ai 450°.

L'analisi del cadmio fu eseguita svaporando in crogiuolo tarato la sostanza con acido solforico fumante, sino a distruzione della sostanza organica, e pesando alfine il residuo di $CdSO^4$. L'azoto venne determinato col metodo di Kjeldhal; il cloro col metodo Volhardt.

	Trovato	Cd %	36,82 ;	N %	4,60 ;	Cl %	23,30
per $C^7H^7NOCdCl^2$	Calcolato	»	36,83	»	4,60	»	23,36.

Bromuro di cadmio e benzamide $Cd[C^6H^5CONH^2]Br^2$. — Si prepara in modo analogo al precedente. Aghi fini, assai più solubili, in alcool, del composto con il cloruro. L'acqua decompone il composto, con separazione di benzamide. Fonde a temperatura più alta di 450°;

	Trovato	Cd %	28,60 ;	N %	3,60 ;	Br %	40,60
per $C^7H^7NOCdBr^2$	Calcolato	»	28,58	»	3,55	»	40,64.

Nitrato di cadmio e benzamide $Cd[C^6H^5CONH^2]^4(NO^3)^2$. — Si ottiene mescolando soluzioni concentrate, in alcool assoluto bollente, di una

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di chimica generale della R. Università di Genova, diretto dal prof. L. Francesconi.

(2) Ber, *23*, 1554 (2890).

(3) Ivi, 104 (1890),

(4) Ivi, 3039 (1890).

molecola di nitrato di cadmio e quattro molecole di benzamide. Col raffreddamento si separano dei cristalli di forma ottaedrica, poco solubili in alcool; p. f. 194°. Il prodotto può ricristallizzarsi dall'alcool bollente; con l'acqua si decompone. L'azoto amidico si determinò distillando con potassa, e l'azoto totale distillando con potassa in presenza di lega di Devarda.

Trovato Cd % 15,62; N % tot. 11,70; N % Am. 7,90
per $[C^6H^5 CONH^2]^4 Cd (NO^3)^2$ Calcolato Cd % 15,60; N % tot. 11,66; N % Am. 7,76.

Cloruro di rame e benzamide $Cu[C^6H^5 CONH^2]Cl^2$. — Si sciolgono in alcool assoluto quantità equimolecolari di cloruro ramico e di benzamide, scaldando qualche tempo a b. m.; col raffreddamento si separano dei prismi lunghi e sottili, di colore verde-chiaro, i quali fondono a 230° dando un liquido scuro. Il composto si scioglie in alcool, con colorazione verde. Con acqua fredda si scompone separando benzamide, mentre che il cloruro di rame passa in soluzione con la solita colorazione azzurra.

Il rame venne dosato svaporando la soluzione con acido solforico sino a distruzione della sostanza organica e determinando poi il rame nel residuo elettroliticamente:

Trovato Cu % 24,88; N % 5,42; Cl % 27,79
per $C^7H^7 NOCuCl^2$ Calcolato » 24,87 » 5,39 » 27,78.

Cloridrato di tricloruro di antimonio e benzamide. — Si scioglie in poco alcool assoluto una molecola di $SbCl^3$, aggiungendo qualche goccia di acido Cloridrico per sciogliere i sali basici; si aggiungono quindi due molecole di benzamide e si concentra a mite calore o, meglio, nel vuoto.

Si separano così dei lunghi prismi che possono venire ricristallizzati dall'alcool assoluto. Il composto è molto solubile in alcool. In acqua si separano benzamide e sali basici di antimonio. È solubile a caldo in acqua contenente acido cloridrico o acido nitrico. Dalla soluzione con H^2S si ha la precipitazione quantitativa del Sb^2S^3. Con $AgNO^3$, si precipita tutto il cloro.

L'antimonio fu determinato come Sb^2O^4 dopo averlo separato come solfuro. Dall'analisi risulta che l'antimonio ed il cloro stanno nel rapporto 1 : 4 e l'antimonio e la benzamide nel rapporto 1 : 2. La formula del composto ottenuto si può ritenere la seguente: $SbCl^3 \cdot HCl[C^6H^5 CONH^2]^2$.

Trovato Sb % 23,54; Cl % 27,6; N % 5,60
per $SbCl^4 C^{14} H^{15} N^2$ Calcolato » 23,7 » 28,1 » 5,54.

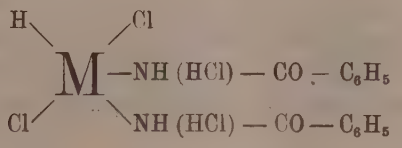
Questo composto, scaldato rapidamente, fonde a 138°. Riscaldato lentamente, comincia a decomporsi verso 70°.

Cloridrato di cloruro di bismuto e benzamide. — In modo del tutto analogo al precedente si ottengono, dal tricloruro di bismuto, dei grossi prismi incolori, molto solubili in alcool e decomponibili dall'acqua. Il composto ricristallizza inalterato dall'alcool assoluto. Dalla soluzione in acqua acida, o in alcool, precipita tutto il bismuto con H^2S e tutto il cloro con $AgNO^3$. Il bismuto fu dosato, sia allo stato di solfuro, sia allo stato metallico, secondo Vanino e Treubert (1).

I rapporti molecolari bismuto e cloro, bismuto e benzamide, sono identici a quelli del precedente composto con antimonio, e la formula si può ritenere essere $BiCl^3\ HCl[C^6H^5CONH^2]^2$.

	Trovato	Bi %	35,5	; N %	4,76;	Cl %	23,45
per $BiCl^4C^{14}H^{15}N^2$	Calcolato		35,07	»	4,72	»	23,9.

Questo composto, come pure il precedente con il tricloruro di antimonio, potrebbe venire rappresentato da una formula strutturale di questo tipo:



e ciò per analogia con il composto della formola $Sb\begin{matrix}Cl\\ \\ NH-CO-CH_3\\ NH-CO-CH_3\end{matrix}$ già ottenuto da Bruni e Manuelli (2) dalla acetamide e dal tricloruro di antimonio fusi.

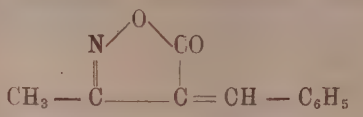
III. - Dalle esperienze surriportate si può dedurre che anche la benzamide si comporta come altre amidi già studiate, formando dei complessi molecolari con i sali inorganici. Tutti i prodotti ottenuti sono decomposti dall'acqua, con separazione di benzamide; il che esclude la formazione di cationi complessi in questo solvente.

Ci riserviamo di studiare il comportamento elettrico di questi composti allo scopo di stabilire l'eventuale presenza di cationi complessi in soluzione alcoolica.

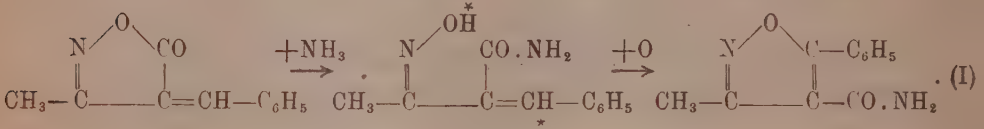
(1) Ber., *31*, 1303 (1898).
(2) Ztschr. f. Elektrochem, *11*, 554 (1905).

Chimica. — *Sull'ossidazione del metil-benzal-isossazolone* (1). Nota di Mario Betti e di Natalia Viansino, presentata dal Corrisp. N. Parravano.

Il metil-benzal-isossazolone:



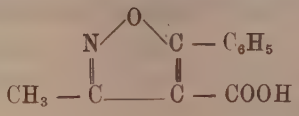
sciolto nell'alcool ammoniacale ed in presenza di benzaldeide subisce, per azione dell'ossigeno atmosferico, una ossidazione che da uno di noi fu interpetrata (2) secondo lo schema seguente:



Dall'amide metil-fenil-isossazolcarbonica (I) che in tal modo si origina si possono ottenere due acidi isomerici, secondo che per la saponificazione si impiega alcali diluito (acido instabile, p. f. 157°) o alcali concentrato (acido stabile, p. f. 189°) (3). Il primo di questi acidi si può facilmente trasformare nel secondo, mentre la trasformazione inversa non si è finora raggiunta.

D'altra parte, preparando per altra via i detti acidi e cioè per mezzo di idrossilamina ed etere benzail-acetil-acetico, si ottiene invece esclusivamente l'isomero stabile.

Sulla natura della isomeria di questi acidi non si hanno ancora indicazioni definitive, perchè ambedue sono rappresentabili colla formula seguente:

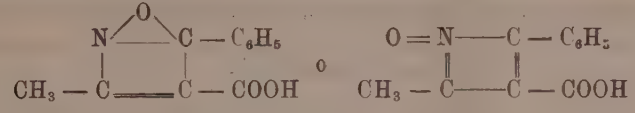


(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica farmaceutica della R. Università di Genova.

(2) Cfr. M. Betti e collaboratori, Gazz. chim. ital., *45*, I, 362, 462; II, *44*, 151, 377; *51*, II, 229.

(3) Cfr. Gazz. chim. ital., *51*, II, 230.

la quale non fa prevedere possibilità, nè di isomerie tautomeriche, nè di diversa distribuzione dei doppî legami, a meno che non si vogliano prendere in considerazione le formule seguenti:



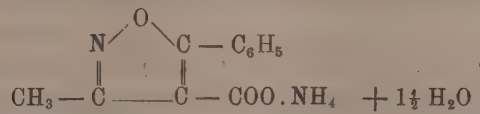
che sembrano però assai poco probabili.

Comunque ciò sia, sta il fatto che per ossidazione coll'ossigeno atmosferico in presenza di benzaldeide il metil-benzal-isossazolone dà luogo all'amide di un acido che chiameremo instabile, che si può poi trasformare in un isomero stabile, identico con quello che si ha dall'idrossilamina fatta reagire col corrispondente etere diacidil-acetico.

* * *

Era interessante esaminare quali risultati si ottenessero sottoponendo il metil-benzal-isossazolone ad un processo di ossidazione diverso dalla ossidazione coll'ossigeno atmosferico favorito dalla benzaldeide, la quale verosimilmente agisce come catalizzatore, formando forse intermediariamente del perossido di benzaldeide.

Nella presente Nota sono esposti i risultati ottenuti ossidando *con perossido di idrogeno* il metil-benzal-isossazolone sciolto nell'alcool ammoniacale. Si ottiene in tal modo un derivato, che per la sua composizione potrebbe anche corrispondere al sale ammonico dell'acido fenil-metil-isossazolcarbonico, della seguente composizione:



Ma se dal detto sale ammonico si libera l'acido, si ottiene un prodotto che non corrisponde, nè all'acido isossazolcarbonico stabile (f. 189°), nè a quello instabile (f. 157°), ambedue della composizione:

$$C_{11}H_9O_3N$$

e che si formano, come già dicemmo, col processo dell'ossidazione atmosferica. L'acido che si ottiene fonde invece a 131° e pei suoi caratteri e per quelli dei suoi sali e per la proprietà di svolgere facilmente benzaldeide quando venga scaldato cogli acidi diluiti ed anche semplicemente fatto bollire un po' a lungo con acqua, si manifesta completamente differente da quelli. Esso ha inoltre la composizione:

$$C_{11}H_{11}O_4N$$

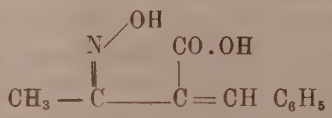
ed al sale ammonico sopra ricordato spetta perciò la seguente formula:

$$C_{11}H_{10}(NH_4)O_4N + \tfrac{1}{2}H_2O,$$

che fu confermata anche trasformandolo nel sale di argento:

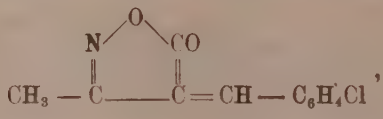
$$C_{11}H_{10}(Ag)O_4N.$$

Il metil-benzal-isossazolone, che nella sua forma idratata (non lattonica):



ha la composizione $C_{11}H_{11}O_3N$ si è dunque bensì ossidato anche coll'acqua ossigenata, ma invece di avere subìto la sottrazione di due atomi di idrogeno, come nel processo di ossidazione atmosferica che conduce al composto $C_{11}H_9O_3N$, ha assunto invece un atomo di ossigeno dando origine all'acido $C_{11}H_{11}O_4N$.

A maggior conferma di questi resultati fu sottoposto ad analogo processo di ossidazione anche il metil-p.clorobenzal-isossazolone:



dal quale fu ottenuto un sale ammonico della composizione:

$$C_{11}H_9(Cl)(NH_4)O_4N + 2H_2O$$

corrispondente ad un acido $C_{11}H_{10}(Cl)O_4N$, originatosi dal detto ossazolone (forma idratata: $C_{11}H_{10}(Cl)O_3N$) per assunzione di un atomo di ossigeno.

***

Ossidazione con perossido di idrogeno del metil-benzal-isossazolone in soluzione alcoolica ammoniacale. — Gr. 5 di metil-benzal-isossazolone si sciolgono nella minima quantità possibile di alcool ammoniacale (circa 30 cc.), ed al liquido si aggiungono circa 15 cc. di soluzione acquosa di acqua ossigenata al 3 % e si lascia a sè. Il liquido, dapprima giallo, si colora un po' in aranciato ma rimane limpido; qualche volta si separano pochi fiocchi biancastri. Dopo due giorni di riposo si concentra a bagno maria fino a metà del volume primitivo, e allora col riposo si forma in seno al liquido fattosi giallo-bruno una crosta compatta di rosette cristalline, quasi incolore, che

si separano filtrando. Per ulteriore concentrazione delle acque madri si ottengono ancora frazioni più impure.

Il prodotto è solubilissimo nell'acqua anche fredda; si scioglie invece assai poco nell'alcool ordinario e dalle soluzioni bollenti cristallizza per raffreddamento in bei cristalli massicci. incolori, lucenti, fusibili a 157° con decomposizione. La soluzione acquosa ha reazione neutra e trattata con soluzione di soda caustica svolge ammoniaca già a temperatura ordinaria. Si tratta dunque di un

Sale ammonico. — Per riscaldamento si decompone piuttosto vivacemente e bisogna perciò analizzarlo con molta cautela.

Analisi:

Sostanza: gr. 0,2481; CO_2 gr. 0,4915; H_2O gr. 0,1440
» gr. 0,2812; azoto secco a 15°,1 e 747^{mm}; cc. 26,8
trovato %: C 54,03; H 6,45; N 11,10
per $C_{11}H_{10}(NH_4)O_4N + \frac{1}{2}H_2O$ calcolato %: C 53,44; H 6,07; N 11,34.

Altri sali. — La soluzione acquosa del sale ammonico dà colle soluzioni di:

Nitrato d'argento un precipitato bianco fioccoso che per riscaldamento del liquido si scioglie con svolgimento di odore di benzaldeide e separazione di argento ridotto;
Solfato di rame una colorazione verdastra senza precipitato;
Cloruro di bario un precipitato di cristalletti aghiformi che si sciolgono all'ebollizione e cristallizzano di nuovo col raffreddamento;
Cloruro mercurico a freddo nessun precipitato, scaldando un precipitato bianco polverulento;
Acetato di piombo un precipitato bianco fioccoso solubile all'ebollizione:
Cloruro ferrico nessun precipitato, nè a freddo, nè a caldo;
Nitrato di cobalto » » » ;
Solfato di nichel » » » .

I sali degli acidi isossazolcarbonici (fusibili a 157° e a 189°), provenienti dalla ossidazione del metil-benzal-isossazolone per mezzo dell'ossigeno atmosferico, sono notevolmente diversi da quelli qui ricordati (cfr. Gazz. chim. ital., *45*, II. pag. 384).

Analisi del sale di argento.

Sostanza: gr. 0,1226; Ag gr. 0,0403
» gr. 0,1278; Ag gr. 0,0422
trovato % Ag: 32.87; 33,02
per $C_{11}H_{10}(Ag)O_4N$ calcolato % Ag: 32,93.

Acido libero. — La soluzione acquosa del sale ammonico si tratta a freddo con acido cloridrico diluito ed in eccesso. Si forma un voluminoso precipitato bianco che lavato ed essiccato fonde a 131° decomponendosi. Fatto bollire con acqua lentamente vi si scioglie, ma svolgendo odore di aldeide benzoica che col raffreddamento rende opalescente e anche lattiginoso il liquido. È insolubile nell'etere etilico. Si purifica sciogliendolo in poco alcool appena tiepido e diluendo quindi cautamente la soluzione in soluzione con acqua: si separano allora dei cristalletti minuti, lucenti che per riscaldamento si decompongono assai vivacemente.

Analisi:

Sostanza: gr. 0,3886; CO_2 gr. 0,8556; H_2O gr. 0,1866
» gr. 0,3259; azoto secco a 15°,7 e 761^{mm}; cc. 16,7.
trovato %: C 60,05; H 5,33; N 6,07
per $C_{11}H_{11}O_4N$ calcolato %: C 59,73; H 4,98; N 6,33.

Facendo agire l'acqua ossigenata sul metil-benzal-isossazolone sciolto nell'ammoniaca acquosa (invece che in quella alcoolica) non si ottiene, come potrebbe pensarsi, un resultato analogo a quello ora descritto, ma sibbene un prodotto fusibile a 120°, che sarà ulteriormente esaminato.

Lasciando a sè il metil-benzal-isossazolone sciolto nell'alcool ammoniacale e trattato con un volume di acqua distillata eguale a quello dell'acqua ossigenata impiegata nella precedente preparazione, si forma dell'idrobenzamide, che lentamente si separa.

Ossidazione del metil-p.clorobenzal-isossazolone. — Gr. 3 di questo composto sciolti nell'alcool ammoniacale e trattati con 15 cc. di acqua ossigenata (3 %), in capo a qualche giorno dànno luogo alla separazione di grossi cristalli assai colorati in giallo, che si purificano per cristallizzazione dall'acqua tiepida. Si ottengono così dei piccoli cristalletti bianchi, fusibili a 165°, insolubili nell'alcool e nell'etere. Con potassa caustica anche diluita svolgono ammoniaca già a freddo.

Analizzati corrispondono al *sale ammonico* della seguente composizione:

$$C_{11}H_9(Cl)(NH_4)O_4N + 2H_2O$$

Sostanza: gr. 0,1303; cloro gr. 0,0147
» gr. 0,1823; cloro gr. 0,02127
trovato %; cloro 11,28; 11,67
per $C_{11}H_{17}O_6N_2Cl$ calcolato %: cloro 11,49.

Fisica. — *Esperienze di polarizzazione elettrolitica rotante*[1]. Nota del prof. Silvio Magrini, presentata dal Corrisp. Q. Majorana.

C. Christiansen [2], riferendosi a più antiche osservazioni, studiò le variazioni di forma che presenta una goccia di mercurio immersa in un elettrolita quando questo è percorso da correnti elettriche di intensità crescenti: in una soluzione di KNO_3, per una corrente di 0.01 ampère, la goccia si allunga coll'estremità maggiormente curva verso il polo positivo e si sposta verso il negativo; a circa 0,02 ampère, si forma nella goccia una strozzatura in vicinanza della parte appuntita, strozzatura che col crescere della corrente si accentua sempre più, finchè a circa 0.033 ampère la goccia si divide in due, una più piccola si stacca dalla parte del polo positivo dalla rimanente più grossa. Nè il Christiansen, che solo sperimentò con correnti

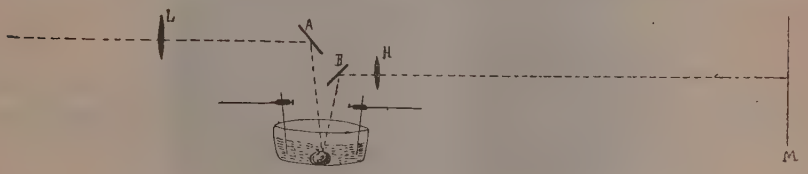


Fig. 1.

continue, nè altri, a quanto mi sappia, hanno preso a sistematico argomento di studio ciò che avviene con correnti alternate: caso questo molto più complesso, come risulta dalle mie osservazioni che qui descrivo.

Nel centro di una bacinella a fondo piano e solo leggermente concavo nel mezzo, ponevo una goccia di Hg di 2 a 3 mm. di raggio. Una soluzione molto diluita di un elettrolita non ossidante il Hg (KOH, KCN, ...), nel fondo della bacinella copriva la goccia. Ai due lati di questa, a distanza regolabile da 1 a 6 cm., due sottili fili di platino, verticali, erano congiunti con due fasi (o con una fase ed il neutro) della corrente stradale alternata trifase a 125 volta (fase/neutro) e a 42 periodi. Un sottile fascio di luce solare mediante una riflessione su uno specchio A, veniva concentrato da una lente L, in un punto sulla sommità della goccia di Hg, si rifletteva su questa con angolo molto acuto e mediante uno specchio B e attraverso una lente convergente H si proiettava sullo schermo o su una lastra fotografica M.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Ferrara.
(2) Ann. Chim. Phys., 8, t. 1 (1904), pag. 433.

Se l'elettrolita non era percorso da corrente, il raggio riflettendosi su la goccia dava una sola immagine (fig. 2*a*), ma se era percorso da corrente dava più imagini determinando sullo schermo una linea luminosa. Queste imagini dovute allo spostarsi della sommità della goccia, appaiono generate da una superficie riflettente moventesi con moto pendolare che determina per proiezione una linea luminosa più intensa verso gli estremi (fig. 2*b*) e che diventa una curva sinusoidale movendo rapidamente lo schermo.

Se con lo stesso dispositivo invece di due usavo tre elettrodi, disposti simmetricamente intorno alla goccia, congiunti colle tre fasi della corrente

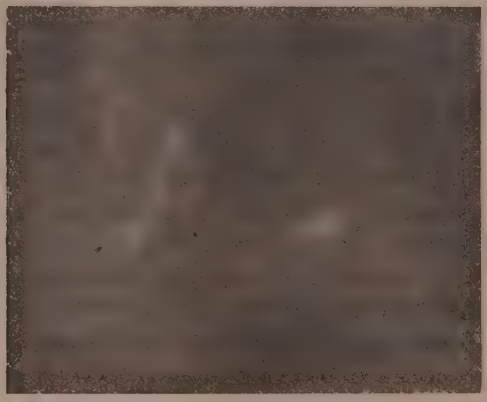


Fig. 2 *a*. Fig. 2 *b*.

stradale alternata trifase, il risultato era diverso ma quale almeno in parte era da prevedersi avendosi in tal modo collegati con disposizione a stella le tre fasi: il centro della stella era il centro della goccia di mercurio e i tre rami della stella erano i tre voltametri (mercurio/elettrolita/elettrodo). L'elettrolisi si produce successivamente alternata e ciclicamente sfasata di un terzo di periodo nei singoli voltametri; la polarizzazione elettrolitica avviene successivamente in punti diversi della goccia variandone la tensione superficiale e deformandola secondo i fenomeni ben noti dell'elettrocapillarità. Delle resistenze sulle tre fasi per variare l'intensità della corrente, un invertitore, ed un wattmetro completavano il dispositivo.

Facendo agire le tre fasi a due per due, si avevano andamenti rispettivamente inclinati di 120 gradi come si vede nella fig. 3 ottenuta fotografando successivamente sulla stessa lastra le tre imagini corrispondenti.

Facendole agire contemporaneamente ottenevo la fig. 4, che dimostra che l'andamento di deformazione nella goccia è di rotazione come è rotante il campo.

Spostando rapidamente lo schermo si ha una apparenza di cicloide più o meno allungata; che il cerchio è dovuto alla persistenza del nostro occhio

dell'imagine di un punto luminoso rapidamente rotante si può anche mettere in evidenza con metodo stroboscopico.

Invertendo l'ordine delle fasi s'inverte pure il senso di rotazione del punto luminoso e cioè della deformazione del mercurio; l'inversione non

Fig. 3.

avviene istantaneamente ma con grande sebbene percettibile rapidità. Se la goccia non era simmetrica rispetto agli elettrodi, non si aveva nello schermo

Fig. 4.

un cerchio, ma elissi più o meno eccentriche. Se facevo la goccia di più in più grande il cerchio si trasformava gradatamente in un triangolo a lati ed angoli curvi. Se usavo solo due fasi e la goccia non era posta simmetricamente, i due moti di andata e di ritorno del punto luminoso non erano sovrapponibili e la linea assumeva la parvenza di un arco falcato.

Col variare della corrente, sia regolando la resistenza esterna, sia avvicinando gli elettrodi alla goccia, sia variando la concentrazione dell'elettrolita, in prima approssimazione, si può affermare che, per una data grandezza di goccia e per un dato elettrolita, ad ogni intensità di corrente corrisponde

sempre un determinato aspetto del fenomeno. Per es. usando concentrazione all'$1/_{10^5}$ di KCN e una goccia di cm. 0,25 ca. di raggio per debolissimi campi (1 o 2 watt) l'imagine, da un punto quando il campo non esisteva, diventa un cerchio di cui quel punto è il centro; per 4 a 6 watt il cerchio si allarga e poi si deforma con tendenza a forme triangolari, per 8 a 10 watt diventa una spezzata irregolare chiusa, per poi, col crescere ancora della corrente, assumere l'aspetto di segmenti non continui e irraggianti.

Ma non solo superiormente ma anche lateralmente la goccia modifica la forma ed assume un aspetto rotante. Per campi molto deboli, solo guardando attentamente si poteva osservare nella goccia come un fremito laterale vibratorio o un contorno mal definito; ma col crescere del campo — da 8 a 10 watt nel caso considerato — si deformava assumendo una forma elissoidica e prendeva spiccatamente un moto di rotazione; per 12 watt sembrava una verghetta di mercurio in rapida rotazione; per 24 watt l'aspetto della goccia passava bruscamente dall'aspetto di verghetta rotante a quello di una ruota dentata a dentatura curva, ruota che appariva fissa o lentamente girante

La rotazione potendosi in ogni caso seguire collo sguardo ha certamente un periodo inferiore a quello del campo rotante ed è perciò legittimo l'uso del cinematografo: nella fig. 5, la parte centrale nera è l'ombra della goccia di mercurio deformata e rotante. Poichè la macchina prendeva 8 fotogrammi al 1^s e i fotogrammi si presentano eguali ogni 5 con regolare andamento, la durata di rotazione della deformazione della goccia si poteva calcolare di ca $0^s,5$.

Dalle serie di osservazioni da me fatte risulta che in un certo limite di approssimazione, per un dato elettrolita e per una data grandezza della goccia, vi è un aspetto proprio ad ogni intensità di corrente.

Invertendo l'ordine delle fasi s'inverte il senso di rotazione ma ciò non avviene istantaneamente, ed anche partendo dalla posizione di riposo la goccia non assume subito la forma che le compete per l'intensità del campo, ma impiega un certo tempo variabile da sistema a sistema.

Il Rothè ha misurato il tempo necessario a che un elettrodo di mercurio si polarizzi, diverso se anodo o catodo, e il Vaillant pure con elettrodi di mercurio e con corrente alternata trovò che gli strati degli ioni d'opposto segno, alternativamente deposti, vanno accumulandosi sugli elettrodi. Se ne può dedurre che la polarizzazione non segue in generale il periodo della corrente e che dei varî aspetti che assume la goccia, nei campi da me considerati, è causa precipua la rapidità di polarizzazione e depolarizzazione del mercurio, con periodi che possono, secondo la natura dell'elettrolita e l'intensità di corrente, essere in concordanza o comunque in discordanza di fase colle alternazioni della corrente alternata trifase. La grandezza della goccia ha pure importanza per la sua superficie polarizzabile e per l'effetto di volume constatato dal Rothè.

L'andamento dell'effetto da me considerato non è perciò così semplice come schematizzato in un semplice dispositivo di sistema trifase, può sem-

Fig. 5.

Fig. 6.

brare. Bisognerebbe ammettere che il periodo di polarizzazione e depolarizzazione del mercurio fosse sincrono coi periodi della corrente, ciò che in ge-

nerale non si verifica e si può supporre avvenga soltanto in particolari condizioni. Non si può inoltre tener conto soltanto di quella parte dell'elettrolita che congiunge direttamente l'elettrodo alla goccia, ma si devono altresì considerare tutte quelle linee di forza che andando comunque da elettrodo a elettrodo, vengono ad abbracciare col loro flusso la goccia, e si dovrebbe anche esaminare quale realmente è la traiettoria degli ioni in un campo rotante.

Il Christiansen aveva ottenuto sotto azione di un campo continuo, anche la scissione della goccia; ciò si può ottenere anche con campi rotanti. Constatai bene il fenomeno per goccie di gr. 0,3 in KCN quando il wattmetro segnava 6 watt, fig. 6. Una delle due goccie veniva lanciata via: questa nella sua traiettoria o entrava nell'orbita attrattiva di uno degli elettrodi e precipitava su di questo; e veniva lanciata al di là degli elettrodi ai limiti del vaso. Ma se l'inclinazione della concavità centrale della bacinella era troppo forte, la goccia dopo averla un po' risalita, ricadeva al centro per rifondersi coll'altra goccia e ricominciare un nuovo ciclo di scissione e così di seguito.

Mineralogia. — *Di alcuni interessanti cristalli di andradite nel serpentino del Passo della Rossa (Geisspfad-Pass)* (1). Nota di Angelo Bianchi, presentata dal Corrispondente L. Brugnatelli.

Sul versante settentrionale della punta della Rossa, che domina i laghetti di Geisspfad, nella massa dunitico-serpentinosa, che sta fra la Val Devero e la Valle di Binn, osservai sopra un blocco di serpentino, rivestito di una sottile patina biancastra, caratteristici gruppetti di cristallini rombododecaedrici, brunicci, opachi, con facce e spigoli incurvati, che ho creduto interessante raccogliere e studiare.

La roccia, di color verde scuro, è un *serpentino di tipo antigoritico*, costituito da aggregati lamellari molto compatti, e qua e là anche da lamelle maggiormente sviluppate, con pochi e minuti residui di olivina, con resti di un pirosseno monoclino, di tipo diopsidico, e con cristalli di anfibolo incoloro. Vi si notano pure, qua e là, plaghe di sostanza isotropa, noduli irregolari di magnetite e lamelle di clorite: presso la superficie, qualche chiazza di limonite.

La sottile patina chiara, che ricopre in parte tale roccia, con uno spessore massimo di un paio di mm., è costituita di una sostanza amorfa, opaca,

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Mineralogia della R. Università di Pavia, diretto dal prof. L. Brugnatelli.

compatta, ma tenera, (Durezza < 3): di color biancastro lattiginoso, con lieve lucentezza alla superficie; d'un leggiero colore verdognolo nello strato più prossimo alla roccia. Il peso specifico (determ. col *Thoulet*) è compreso fra 2,58 (parte biancastra) e 2,61 (parte verdognola)

Dall'analisi chimica seguente (A), risulta che tale crosta ha la composizione del *serpentino*. Fra le analisi delle numerose varietà di questo minerale, a cui si avvicina la (A), riporterò solo quella di Brusch (B), per l'antigorite tipica della Valle Antigorio, di cui la Val Devero è tributaria (1).

	H_2O (110°)	H_2O (al rosso)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	Somma
A	1,73%	12,70	40,97	1,02	0,13	8,17	0,05	35,08	99,85
B	—	12,67	41,58	2,60	—	7,22	—	36,80	100,87

Annidati in mezzo a questa crosta amorfa, che talora in parte o quasi completamente li ricopre, sono impiantati, sulla roccia antigoritica, i gruppetti dei caratteristici cristallini rombododecaedrici.

Essi hanno una dimensione di 2 a 3 mm ; presentano una superficie opaca di color giallo-bruno chiaro, con debolissima lucentezza e con una durezza compresa tra il 6° e il 7° termine della scala di Mohs. All'interno hanno una lucentezza più viva, fra vitrea e grassa, e una frattura concoide, con durezza poco inferiore a 7 sulla frattura fresca; passano gradatamente dal bruniccio della zona superficiale ad un color verdognolo, o bianco verdognolo, e diventano traslucidi o semitrasparenti nella parte centrale, ove trovasi un nucleo nero irregolare e di varia grandezza. Questo, ha talvolta ancora i caratteri di un nodulo cristallino di *magnetite*, più o meno profondamente corroso, con lucentezza metallica e con leggero potere magnetico; più spesso si presenta però come una nera granulazione, senza più suscettività magnetica e senza lucentezza; o addirittura appare quasi completamente assorbito lasciando una piccola chiazza scura al suo posto.

In sezione, al microscopio, i cristallini si rivelano isotropi, con indice di rifrazione assai più elevato di quello dell'ioduro di metilene al massimo di concentrazione; ma presentano una leggera doppia rifrazione anomala nella parte interna trasparente. In alcuni si nota anche una irregolare zonatura a fasce sottili, di trasparenza e di colorazione leggermente diverse, che richiama quanto fu osservato da Delesse in cristalli di demantoide inclusi in rocce serpentinose (2).

Per tale complesso di caratteri, per l'aspetto dei cristalli, ed anche per il modo di presentarsi associati, che ricorda i gruppi di cristallini rombododecaedrici di magnetite nei serpentinoscisti amiantiferi di Val Malenco,

(1) Amer. Journal Science, 1857, XXIV, 128.

(2) Vedi H. Rosenbusch, *Physiogr. Petrogr. Wicht. Miner.* II, 23.

si ha subito l'impressione, che si tratti di una pseudomorfosi su cristalli di magnetite impiantati sopra la roccia antigoritica.

Per l'intima connessione delle diverse parti, non fu cosa facile, nè breve, isolare dalla patina amorfa e dagli irregolari nuclei di magnetite la sostanza, che costituisce essenzialmente i cristallini in questione.

Il suo peso specifico è superiore a quello del liquido di Thoulet e del joduro di metilene, e, come la durezza, varia un poco diminuendo leggermente dall'interno verso la periferia. Come media di determinazioni fatte col picnometro e con una soluzione di Rohrbach, al massimo di concentrazione, si può ritenere il P. Sp. = 3,50. È infusibile al cannello. La polvere trattata con HCl diluito dà una breve e leggera effervescenza, e si scioglie solo in piccola parte. È lentamente e quasi del tutto solubile in HCl concentrato, a caldo, lasciando un residuo di silice.

Dai risultati dell'analisi quantitativa, sottoriportati (I), si rileva, che tali cristallini hanno essenzialmente la composizione di un *granato di tipo andradite*, con piccole quantità di granato alluminifero in soluzione isomorfa e con un eccesso di R″O.

	I			II	III
H_2O (110°)	0,24	0,24	—	0,08	0,03
H_2O (al rosso)	2,39	2,38	—	1,22	0,24
SiO_2	34,84	34,33	0,5693	33,58	35,23
Al_2O_3	0,97	0,97	0,0095	0,96	0,45
Fe_2O_3	26,71	26,60	0,1666	29,55	31,04
FeO	1,50	1,50	0,0208	0,75	—
MnO	tr.	tr.	—	—	0,08
CaO	30,47	30,32	0,5405	33,68	32,75
MgO	3,70	3,68	0,0913	0,17	0,18
Somma	100,46	100,00		100,00	100,00

I. $SiO_2 : R''_2O_3 : R''O = 3,23 : 1 : 3,71$

II. " : " : " = 2,86 : 1 : 3,16

III. " : " " " = 2,93 : 1 : 2,96

Tale eccesso, solo in parte può essere attribuito ad una piccola percentuale di $CaCO_3$, la cui presenza non è rara nei granati di calcio alterati (1); ma in gran parte unito a SiO_2 e all'H_2O, è molto probabilmente dovuto a sostanza serpentinosa. La più evidente alterazione della zona periferica nei cristallini, e l'intima associazione loro con la patina amorfa di natura serpentinosa, che li riveste, dà valore ad una tale ipotesi. E d'altronde sono

(1) Vedi E. Dana, *System Miner.* 1892, 444; J. Roth, *Allgem. Chem. Geologie, Bild. und Umbild. der Miner.* 1879, pag. 352 e seg.; e vedi note seguenti.

già ben note le trasformazioni in serpentino dei cristalli di andradite di Schwarzenberg in Sassonia (1), di Greifendorf e di Böringen, pure in Sassonia (2), di Zermatt nel Vallese (3) ecc.

Considerando quindi il contenuto di Mg O dovuto quasi totalmente alla presenza di serpentino e ritenendo approssimativamente che siano, per 100 parti di sostanza: 10 di serpentino (avente la composizione della crosta amorfa analizzata A) e 90 di granato (con tracce di $CaCO_3$), si avrebbe per quest'ultimo (ricalcolando a 100), la composizione: (II). Per quanto ciò sia arbitrario, se pur giustificato, è interessante rilevare l'analogia di tale composizione con quella dei *demantoidi* (III) inclusi nell'asbesto della Valle di Binn, analizzati da L. Hezner (4). Dall'autore non è indicata con maggior precisione la provenienza di questi ultimi; ma non mi sembra esservi dubbio che si tratti appunto dei demantoidi, che si trovano con asbesto e talora con clorite, magnetite, prehnite, etc. nei serpentini del Passo della Rossa (Geisspfad-pass), e che già furono citati da Kenngott, da Preiswerk, da Desbuissons (5).

Pseudomorfosi di granato su magnetite, per quanto a me risulta, non sono state descritte finora, mentre sono relativamente frequenti gli esempi di granati verdi, inalterati, o più o meno profondamente trasformati, che presentano inclusioni micro o macroscopiche di magnetite (6). Anche i bei cristalli di demantoide, ben noti, delle cave di amianto negli scisti duniticoserpentinosi di Val Malenco, hanno talvolta un irregolare nucleo di magnetite, come si può osservare, per esempio, nei magnifici esemplari del Museo di Mineralogia della R. Univ. di Pavia.

Cristalli nucleati e più o meno trasformati di granato, come quelli di Arendal in Norvegia, furono ritenuti esempi di perimorfosi, o ebbero interpretazioni diverse da diversi autori (7). Invece in alcuni tipici esempi di

(1) B. Kernsten, *Resultate der Chemisch. Untersuch. Sächsischer. Mineralien*, Journ. pracht. Chemie, 1846, XXXVII, 167; Breithaupt, Poggend. ann. LX, 595; R. Blum, *Pseudom. Mineral.* 1° Nachtr., 1847, pag. 81 e seg.

(2) R. Blum, *Pseudom. Miner.* III°, 143; H. Müller, N. Jahrb. Miner. etc., 1846, 263.

(3) L. R. Fellenberg, *Analysen versch. Walliser Mineralien*, N. Jahrb. Miner., 1868, 745.

(4) Laura Hezner, *Analyse eines Granats in Asbest vom Binnental*, Centralbl. Miner. ecc., 1914, 325.

(5) A. Kenngott, *Minerale der Schweiz*, Leipzig, 1866, 134; H. Preiswerk, *Ueber Dunitserpentine am Geisspfadpass* ecc. Basel Inaug. Diss, 1901; L. Desbuissons, *La Vallée de Binn*, Losanna, 1909, pagg. 41, 76, 163, e tav. VII.

(6) R. Blum, G. Leonhand ecc., *Die Einschlüsse von Miner. in Krystall. Miner.*, (1845), 42.

(7) Reuss, Wiener Akad. Ber., 1853. X, 44; Scheerer, Berg. un Hüttenm. Zeitung, 1852, 667; id. Afterkrystalle, Braunschw, 1857, 34; Blum., Pseudom. Miner., III, 206, 208, ecc.; vedi anche Roth, op. cit.. 354 ed Hintze, Handb, Miner., II. 88.

pseudomorfosi di serpentino su granato i nuclei di magnetite vennero interpretati come un prodotto di separazione secondaria, derivante dalla metamorfosi del granato stesso. S'accompagna talora a queste trasformazioni il deposito, sotto forma di calcite, della calce spostata dalla magnesia. Ricorderò: la pseudomorfosi di serpentino sui granati dello Schwarzenberg (Sassonia) descritti da Kernsten, e i demantoidi di Zermatt (Vallese), descritti da Fellenberg e da lui chiamati « Granatfilze » (1), perchè parzialmente intersecati a rete da un feltro di asbesto con inclusioni di magnetite.

Tale interpretazione non può essere ammessa per i cristallini rombododecaedrici della Rossa, poichè in essi i noduli di magnetite, spesso direttamente impiantati sulla roccia antigoritica, sono senza dubbio di origine primaria. Se quindi non vogliamo ammettere una pseudomorfosi nuova di granato su magnetite, ipotesi che, come dissi, a tutta prima si presenta per l'aspetto e per i caratteri di questi cristallini, e se vogliamo intendere invece, analogamente ad altri casi noti, che possa trattarsi di cristalli nucleati di granato, con parziale trasformazione periferica in serpentino, dobbiamo tuttavia ammettere, che i nuclei primitivi di magnetite, corrosi, e spesso quasi completamente assorbiti, abbiano determinato il deposito e fornito materia alla costituzione del granato stesso.

Biologia. — *Sull'imitazione del protoplasma e dei cromosomi.* Nota di A. L. Herrera, presentata dal Corrisp. A. Ruffini.

In un libro pessimista e parziale recentemente pubblicato da Ernest Flammarion (Costantin, *Origine de la vie sur le globe*, Paris, 1923), è detto alla pag. 114: « Nous ne parlerons pas des essais de quelques chercheurs d'avant-garde (Bütschli, Herrera, Stephane Leduc, Raphael Dubois, Kraft et Funcke), il n'y a rien ou peu chose, pour le moment, à tirer de tous ces essais. Les tentatives des chimistes, en particulier d'E. Fischer, moins ambitieuses, nous paraissent plus intéressantes ».

Affermare è molto facile, ma provare tali affermazioni è cosa ben difficile e non si capisce come dato che noi siamo l'avanguardia, le nostre esperienze non contengono per ora nulla o quasi nulla: non sarebbe il caso di dire che noi siamo alla retroguardia? Mentre le mie ultime esperienze fanno sorgere un grave dubbio sulla spiegazione fondamentale delle strutture e delle attività cellulari, attribuite da tutti ai nucleo-proteidi organici d'una complessità straordinaria!

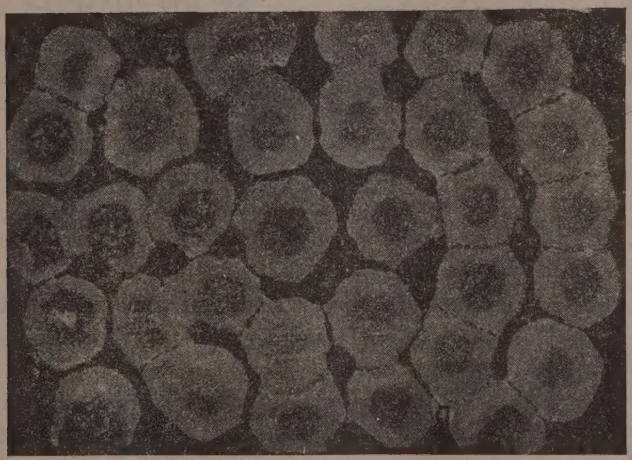
Così Leduc ha imitato la mitosi e i cromosomi mediante l'inchiostro di china mescolato a soluzioni saline; si possono però ottenere figure nu-

(1) C. Kernsten, J. Roth, L. R. Fellenberg, R. Blum, Opere citate.

cleari in rilievo e che si fissano senza alcuna difficoltà con una sostanza commerciale secondo la formula seguente:

silicato di sodio del commercio, quasi solido 45°	150 gr.
acqua distillata	200 »
nero d'avorio	10 »

Si sparge il miscuglio sopra un cartone bianco e ci si fanno cadere delle goccie di una sostanza liquida disidratante; per es. l'alcool assoluto. Ogni goccia produce un campo di diffusione, delle correnti endocellulari, dei



coaguli e l'apparizione di pseudonuclei e cromosomi macroscopici che per essicamento rimangono fissati sui cartoni. Degli esemplari furono spediti a diversi corrispondenti. In questa maniera l'imitazione delle strutture più intime della cellula che sono l'appannagio della vita, dell'eredità, della fecondazione, rigenerazione e secrezione ecc. diventa un'esperienza banale che può essere fatta da dilettanti senza apparecchi, nè laboratorî.

La scoperta della struttura del nucleo nel 1865-1880 da Fleming ed altri, mostra un insieme di fatti singolari, misteriosi, inesplicabili anche, ed il vitalismo vi trova delle nuove ragioni per imporre il dogma. Ma ecco che queste imitazioni macroscopiche che possono essere osservate senza microscopio, *appaiono come disegni ingranditi di nuclei naturali*, coi dettagli da prima inesplicabili del reticolo dei cromosomi e dei movimenti. Il volgare silicato, la silice così misconosciuta e che io ho riscontrato dappertutto negli organismi, riproduce le strutture più delicate del nucleo e, se l'alcool è in eccesso, del protoplasma e dei loro movimenti e dei plasmodi e dei micro-

miceti. Se la diffusione dell'alcool si fa avvenire fra due lastre di vetro il silicato mostra neuroni e dendriti di una grande finezza dovuti alla contrazione del silicato.

Il nero d'avorio ha la funzione dei coloranti impiegati per svelare la struttura della cromatina naturale e può essere sostituita da altri coloranti insolubili.

Secondo l'altezza della caduta della goccia, la quantità dei reattivi, la diluizione ecc. i risultati variano come pure variano secondo la tecnica impiegata, tecnica che io perfeziono continuamente.

Coll'aiuto di lastre di cauciù munite di punte simmetricamente disposte e bagnate d'alcool si ottengono dei parenchimi con nuclei complicati con membrane e figure poliedriche.

Probabilmente nella cellula naturale avvengono dei fenomeni simili poichè la cromatina è una sostanza diffusibile nella cellula stessa « secondo van Beneden », e la diffusione produce degli aspetti simili alle figure macroscopiche che io presento (vedi figura). La fecondazione, mediante modificazioni chimiche, probabilmente agisce in questa maniera modificando l'osmosi la diffusione ecc. Delle figure mitosiche appariscono iniettando il silicato, diluito e annerito su uno strato di mercurio coperto da alcool assoluto. Insomma con un colloide inorganico a base di silice che mi ha fornito durante parecchi anni le strutture microscopiche e macroscopiche più variate, si può produrre l'apparizione e gli aspetti del protoplasma del nucleo, dei cromosomi, e della mitosi, in una scala macroscopica.

Logicamente nello studio del problema dell'apparizione della vita sulla terra, non si dovrà dimenticare l'importanza dei colloidi inorganici.

G. C.